

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО КОЛЛЕКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ АВТОМАТОВ

В настоящей работе исследуются модели коллективного поведения конечных автоматов, предложенные М.Л.Цетлиным являющиеся первым шагом развития теории систем с локальной организацией и направления теории многоагентных систем – искусственная жизнь. Целью работы являлась разработка компонентов библиотеки моделирования многоагентных систем, в основе которой должны лежать строгие математические формализации с одной стороны, и заложены базовые принципы формирования целесообразного поведения с другой стороны.

Задача была сформулирована следующим образом: рассматривается коллектив реактивных агентов минимальной сложности (конечных автоматов с линейной тактикой), функционирующих в среде, реагирующей на их действия случайным образом в дискретные моменты времени. Взаимодействия таких агентов осуществляются «через среду», т.е. практически агент не знает о существовании других агентов, и они представляют для него часть среды.

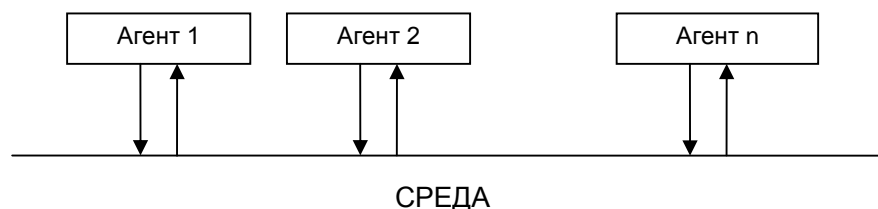


Рис. 1. Проектируемая многоагентная система

М.Л.Цетлиным было показано, что любое сложное поведение, базирующееся на конечном объеме памяти, может быть представлено как порожаемое реализацией алгоритма с конечной памятью. Тогда задача об «атомизации» поведения сводится к задаче нахождения декомпозиции исходного сложного автомата или к задаче построения сложного автомата из элементарных автоматов, т.е. к классической задаче синтеза КА.

На базе проведенного исследования подходов к моделированию процессов образования коллективного поведения в многоагентных системах были сформулированы требования к компонентам разрабатываемой библиотеки классов. Она состоит из базовых классов агента, среды и многоагентной системы.

Была выполнена разработка и тестирование библиотеки классов для простейшего случая, в котором агенты представлены как конечные автоматы с линейной тактикой, функционирующие в случайной среде, вероятностные свойства которой зависят от времени. Данная разработанная библиотека также позволяет оценить целесообразность исследуемой многоагентной системы в зависимости от входных параметров.

Было принято решение выбрать в качестве языка программирования для разработки библиотеки моделирования многоагентных систем – объектно-ориентированный язык программирования C++. Руководствуясь логикой создания подобных систем и наличия в изучаемом алгоритме четко выраженных сущностей агента и среды были разработаны класс “Agent”, описывающий функционирование агента в многоагентной системе, а типом агента в данной модели является конечный автомат с линейной тактикой; класс “ComEnv”, описывающий модель составной случайной среды, в которой функционируют агенты в многоагентной системе; класс “MAS”, описывающий многоагентную систему и осуществляющий моделирование ее функционирования и являющийся дружественным классом для Agent и ComEnv. Кроме того, для оценки периода выработки целенаправленного поведения при моделировании для различных значений количества

агентов, числа действий, переходных вероятностей, глубины «памяти» был построен механизм оценки среднего числа штрафов, наглядно демонстрирующий поведение системы.

Для наглядной демонстрации был сделан дополнительный проект, в качестве основы которого используются принципы классов разработанной библиотеки (что показывает ее применимость). В качестве средств разработки использовались: C#, в силу удобства построения Windows-приложений с его помощью, и MS Visual 2005, как известное и удобное средство разработки.

Основная идея наглядности этого приложения – это представление взаимодействий агентов, среды – в цветовой форме. Что для пользователей, не глубоко знакомых с исследуемой в данной работе областью, помогает понять изменения и основные принципы гораздо яснее, чем при работе с рассмотренным выше консольным приложением.

Среда представляет собой цветовой фон, который в зависимости от состояния среды принимает тот или иной цвет (красный или зеленый). Агенты – это сущности, находящиеся на этой среде и они могут выполнять действия, окрашивающие их в различные цвета (в данном случае у агентов два действия – одно из них окрашивает его в красный цвет, другое – в зеленый). Глубина «памяти» автоматов отражается насыщенностью окраски агента. Для агентов наиболее благоприятной комбинацией действий является, когда они оба одновременно окрашиваются в цвет среды. Кроме того, доступна информация о пошаговом моделировании среды и предусмотрена возможность задания входных данных. Для анализа установления целесообразного поведения системы производится построение графика среднего «штрафования» среды за время моделирования.

Анализ результатов компьютерного моделирования и сравнение с теоретическими результатами показали адекватность разработанного программного приложения и позволили определить направления дальнейшего его развития – на возможности моделирования поведения сложной системы с локальной организацией на базе коллективного поведения простейших.