

УДК 004.896

## РАЗРАБОТКА АГЕНТОВ С НЕЙРОСЕТЕВОЙ АРХИТЕКТУРОЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Лукина Ю.Ю., Федяев О.И.

Донецкий национальный технический университет, Украина

*Предложена структура многоагентной системы для моделирования трудоустройства молодых специалистов, как социально-экономического процесса. Подробно рассмотрено взаимодействие агентов при тестировании способностей соискателя по профилю фирмы. Приведена методика извлечения профессиональных знаний и умений соискателя для обучения искусственного агента с нейросетевой архитектурой.*

### Введение

В современных условиях возрастает потребность в исследовании социальных и экономических систем, которое сводится к анализу текущего и будущего состояния конкретного социально-экономического процесса или явления в пределах заданных условий и целей. Состояние таких систем в большинстве случаев непредсказуемо и не может быть прогнозируемо изначально аналитически или путём логического анализа, т.к. оно является результатом динамического взаимодействия множества разнородных активных элементов системы и среды. В связи с этим разработка имитационных моделей социально-экономических процессов, используя агентно-ориентированные средства моделирования, является актуальной и социально значимой задачей.

В данной статье описывается проектирование многоагентной системы для моделирования сложных процессов подготовки молодых специалистов и их трудоустройства.

### 1 Многоагентная система моделирования процесса подготовки и трудоустройства специалистов

Подготовка высококвалифицированных специалистов и их трудоустройство является важнейшей задачей для государства. В этом процессе задействованы многие организации и выпускники учебных заведений. Все вместе они образуют некую систему, в рамках которой решаются следующие задачи:

- определение качественных стандартов и учебных планов подготовки кадров (министерство науки и образования);
- организация эффективного учебного процесса подготовки кадров по профессиям в соответствии с учебными планами (учебное заведение);
- подбор необходимых кадров для решения производственных задач (фирмы);
- поиск специалистами работы на фирме (предприятии), соответствующей полученной квалификации и удовлетворяющей социальным запросам претендентов на работу.

Перечисленные задачи являются трудно формализуемыми и поэтому не могут быть решены традиционными математическими методами. Кроме того, участники рассматриваемого процесса территориально удалены друг от друга, неоднородны по структуре и их деятельность интеллектуальна по своей природе. Эти особенности обуславливают целесообразность применения теории интеллектуальных агентов к разработке имитационной модели для анализа и управления процессами подготовки кадров и их трудоустройства (рис. 1).

На макроуровне расположены агенты, моделируемые в рамках ограниченной рациональности функций министерства образования, учебного заведения и предприятий (фирм). Микроуровень содержит сообщества агентов, реализующих диалог с работодателями и учебным заведением.

Для разработки искусственных агентов была выбрана нейросетевая архитектура. т.к.



Рисунок 1. Общая структура агентно-ориентированной модели процесса поиска работы молодыми специалистами

преимуществом нейронных сетей является возможность их обучения. В процессе обучения нейронная сеть способна реализовывать сложные зависимости между разнородными входными и выходными данными, а также выявлять скрытые закономерности. Эти достоинства нейросетей и наличие информации о входных и выходных данных сущностей системы позволяет успешно использовать нейросетевую архитектуру агентов для реализации передаваемых им полномочий (рис. 2).



Рисунок 2. Типовая структура агента с нейросетевой архитектурой

Агенты могут включать несколько нейронных сетей, каждая из которых представляет собой знания в определённой предметной области (например, искусственный интеллект, базы данных и т.д.). Например, программный агент, моделирующий молодого специалиста, обобщает профессиональные знания людей одной специальности и уровня подготовки, такого как магистры, специалисты, бакалавры. У агента-фирмы обязательно должна быть одна нейросеть, которая оценивает правильность решения задания, отправленного фирмой соискателю. Во всех случаях нейросеть должна обладать хорошими представляющими свойствами и эффективным алгоритмом обучения. Этим условиям удовлетворяет многослойная сеть с алгоритмом обратного распространения ошибки (рис. 3) [2].

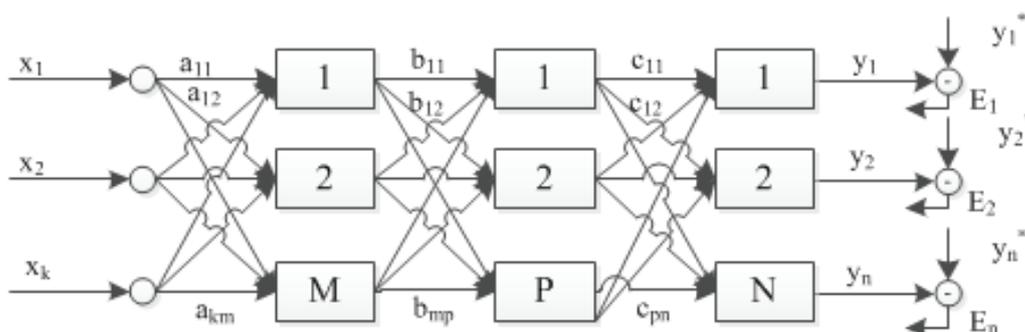


Рисунок 3. Структура трёхслойной нейронной сети

## 2 Взаимодействие агентов при тестировании способностей соискателя по профилю фирмы

Одним из ключевых моментов при построении многоагентных систем является организация взаимодействия агентов. Рассмотрим взаимодействие агентов Соискатель и Фирма при тестировании претендента на работу. Сначала фирма рассылает всем претендентам задания. Претенденты выполняют задание и отправляют фирме решение в виде набора знаний и умений, которые необходимо применить для выполнения поставленного задания. Фирма оценивает полученные решения и выбирает претендентов, которые подходят на вакансию. Она посылает им предложение по работе и условия работы, которые может предоставить. Соискатель, если его устраивают предложенные условия работы, отправляет согласие на трудоустройство. Если по результатам оценивания фирмы, нет подходящих претендентов, то вакансия остается открытой. Описанный фрагмент взаимодействия изображён на рис. 4.

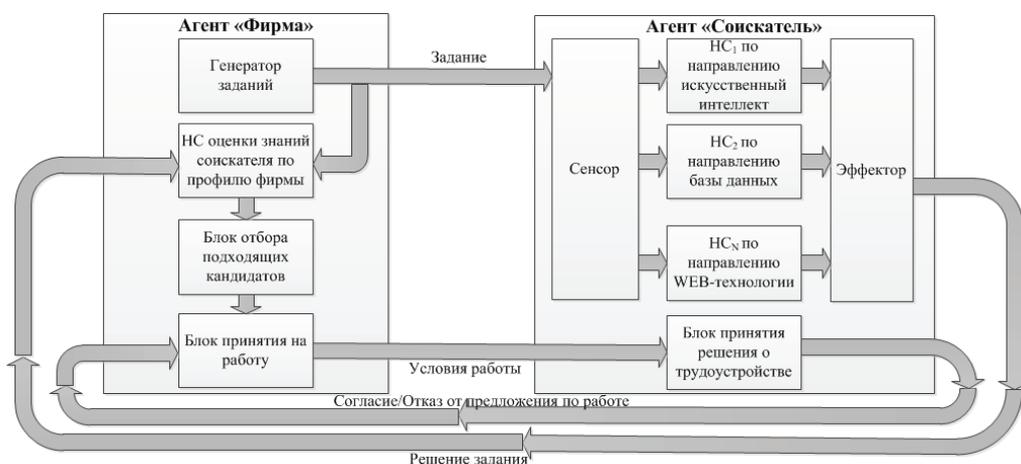


Рисунок 4. Взаимодействие агентов «Фирма-Соискатель»

## 3 Извлечение знаний и умений соискателя для обучения нейросети

Для передачи профессиональных навыков от молодого специалиста к нейросетевому агенту необходимо использовать стратегию «Обучение с учителем». Для этого были составлены анкеты по каждому направлению подготовки, из которых формировались пары обучающего множества. Для составления анкет были определены задания по каждому разделу специальности и правильные решения к ним в виде необходимых знаний и умений. Пример заданий с ответами по направлению «Искусственный интеллект» приведен в табл. 1.

После этого, все знания и умения были сведены в списки, где они были пронумерованы. Эксперту (реальному магистру, специалисту, бакалавру) были предоставлены анкета и пронумерованные списки знаний и умений, из которых эксперт должен был выбрать правильные, по его мнению, знания и умения для выполнения каждого задания анкеты.

Получение обучающих пар для нейронной сети фирмы, которая оценивает решение заданий соискателями, аналогично. Анкета фирмы состоит из задания и решения соискателя. Фирма ставит соискателю оценку по пятибалльной шкале. В обучающих парах для фирмы входными сигналами являются условие задания и ответы соискателя, выходным сигналом – оценка выполнения каждого задания.

Процесс получения обучающих пар изображен для нейросети соискателя приведен на рис. 5.

### Выводы

На основе многоагентного подхода была предложена двухуровневая структура имитационной модели, на которой можно анализировать многие процессы, начиная от оценки качества обучения специалистов и заканчивая распределением их на работу в зависимости от структуры системы

Таблица 1. Фрагмент таблицы с заданиями и ответами по направлению «Искусственный интеллект»

№ п/п	Задание	Ответ
1	Что необходимо знать и уметь для оценки экспертности предметной области?	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>спецификация решаемых задач;</li> <li>класс решаемых задач (математическая, переборно-комбинаторная, трудно формализуемая);</li> <li>характеристика входных данных задачи (наличие шумов, неточностей);</li> <li>методика целесообразности применения технологии ЭС к поставленной проблемной задаче.</li> </ul> <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>оценивать характер входных данных (наличие «шумов», погрешности и т.п.;</li> <li>вычислять критерий восприимчивости предметной области к методам искусственного интеллекта.</li> </ul>
2	Что необходимо знать и уметь для извлечения знаний из эксперта?	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>стратегии получения знаний из источников;</li> <li>классификация методов извлечения знаний;</li> <li>коммуникативные методы извлечения знаний;</li> <li>пассивные методы извлечения знаний;</li> <li>методика построения деревьев решений.</li> </ul> <p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>составлять анкеты и организовать диалог с экспертом;</li> <li>конспектировать лекцию;</li> <li>строить деревья решений;</li> <li>строить деревья фактов.</li> </ul>



Анкета по извлечению знаний и умений студента по направлению «Искусственный интеллект»

№ п/п	Задание	Знания, необходимые для выполнения задания				Умения, необходимые для выполнения задания			
1	Что необходимо знать и уметь для оценки экспертности системы?	2	10	5		3	7		
2	Что необходимо знать и уметь для автоматизированного приобретения знаний?	1	9	4	8	2	6	1	
...	...								

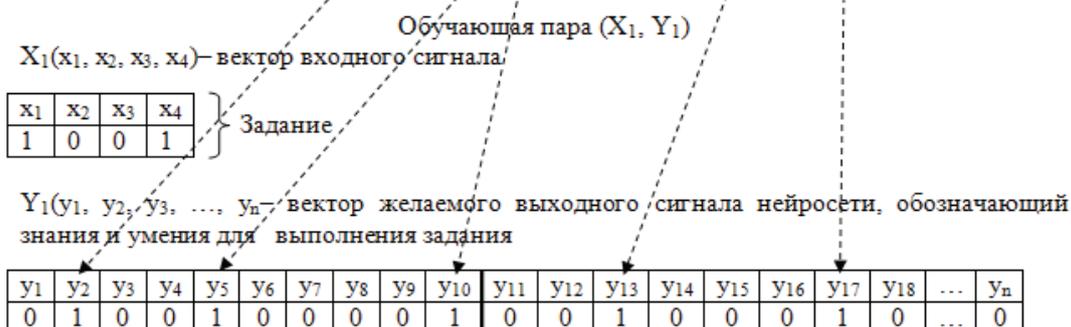


Рисунок 5. Схема извлечения знаний для обучения нейронной сети соискателя

подготовки, правовых норм, образовательных стандартов. Предлагаемая мультиагентная имитационная модель взаимодействия интеллектуальных агентов в условиях сложно-формализуемой задачи трудоустройства даст возможность идентифицировать узкие места в системе подготовки и прогнозировать состояние процесса трудоустройства молодых специалистов, являющегося результатом многошагового взаимодействия сообществ искусственных агентов.

### **Литература**

- [1] Лукина Ю.Ю., Федяев О.И. Технология создания мультиагентных систем в инструментальной среде MadKit // Информатика та комп'ютерні технології – 2011 / Матеріали ІІІ науково-технічної конференції молодих учених та студентів. – Донецьк, ДонНТУ – 2011.
- [2] Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. - Пер. с англ., 1992. - 118 с.