

Имитационная модель процессов обучения и трудоустройства студентов на основе программных агентов с нейросетевой архитектурой

О.И. Федяев

к.т.н., доцент, зав. кафедрой программной инженерии
Донецкого национального технического университета
fedyaev@donntu.org

Abstract. In the scientific article built the neural network model of professional knowledge transfer, depending on the student's mentality. In the scientific article developed multi-agent system to simulate the process of finding jobs at the company.

Keywords: neural network, student mentality, learning, multi-agent simulation model, forecasting, employment

Аннотация. Предложена нейросетевая модель передачи профессиональных навыков и знаний в зависимости от менталитета студента. Разработана многоагентная система имитационного моделирования процесса трудоустройства выпускников вуза.

Ключевые слова: нейросеть, менталитет студента, обучение, мультиагентная имитационная модель, прогнозирование, трудоустройство

В работе рассматривается построение мультиагентной модели рынка труда, которая позволит анализировать процесс подготовки молодых специалистов и прогнозировать возможность их трудоустройства. Сама система подготовки кадров, как объект исследования, является динамической и характеризуется большой инерционностью. Последствия изменения одного из факторов можно узнать только по окончанию обучения студентов. Поэтому актуальной как в экономическом, так и в социальном плане, является разработка моделей, позволяющих оптимизировать затраты на образование и прогнозировать результаты инновационных преобразований в подготовке кадров.

Структура системы подготовки и трудоустройства молодых специалистов включает учебное заведение (выпускающие кафедры), студентов (будущих молодых специалистов) и фирмы (предприятия), принимающие выпускников на работу. Перечисленные элементы системы территориально удалены друг от друга, неоднородны по структуре, их деятельность интеллектуальна и дина-

мична по своей природе. Все вместе они образуют сложную распределённую систему, в рамках которой решаются известные задачи по подготовке кадров.

Процессы обучения и трудоустройства студентов в такой системе описать формально (математически) не представляется возможным. В этом случае целесообразно разрабатывать имитационные модели на основе нейронных сетей, которые могут обеспечить проведение качественных исследований по этой проблеме.

Эти особенности обуславливают целесообразность применения теории интеллектуальных агентов к разработке имитационной модели для анализа и управления процессами подготовки кадров и их трудоустройства. При этом возникает сложная, но очень актуальная задача формализации поведения людей, успешное решение которой откроет перспективы в создании качественно новых моделей социально-экономических систем [1].

1 Система профессионального обучения и трудоустройства как объект моделирования

Агентно-ориентированный анализ процессов подготовки и трудоустройства молодых специалистов показал, что его субъекты взаимосвязаны, образуют распределённую, неоднородную и интеллектуальную систему. Поэтому имитационная модель таких процессов была представлена в виде совокупности взаимодействующих интеллектуальных агентов, показанных на рис.1.

В рамках этой схемы можно решать следующие задачи:

- прогнозирование качества профессионального обучения студентов в зависимости от их личностных характеристик и других факторов;
- оценивание перспективы трудоустройства студентов на этапе их учёбы по прогнозным данным об остаточных знаниях и навыков по профильным дисциплинам;
- моделирование процесса трудоустройства выпускников вуза;
- обеспечение интерактивного обучения студентов, как в компьютерном классе, так и в дистанционном режиме.

2 Прогнозирование качества профессионального обучения студентов в зависимости от их личностных характеристик

Задача прогнозирования остаточных компетенций решается на основе применения нейронных сетей и сводится к разработке нейросетевой модели, способной функционально описать зависимость получаемых студентом профессиональных знаний и умений от факторов, влияющих на полноту этих знаний (эта модель будет частью агента). Данная задача в свою очередь разбивается на две подзадачи.

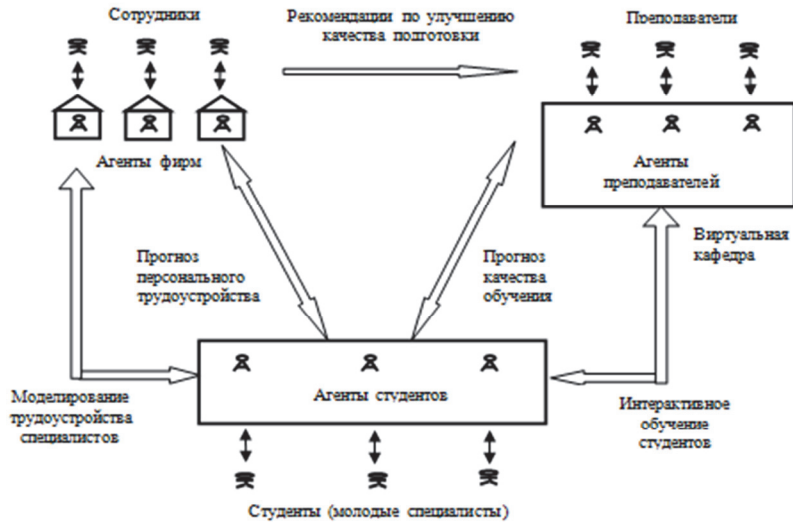


Рис. 1. Схема мультиагентной системы моделирования подготовки и трудоустройства специалистов: \mathcal{A} – искусственный агент; \mathcal{R} – реальные сущности системы подготовки кадров

Подзадача 1. Настройка модели по данным наблюдений. Это обратная задача, связанная с нахождением параметров модели, т. е. с построением функции f по наблюдаемым данным M_c , M_p , C и P_c :

$$P_c = f(M_c, M_p, C), \quad (1)$$

где M_c – ментальность студента; M_p – ментальность преподавателя; C – среда обучения; P_c – профессионализм студента по одной изучаемой дисциплине.

Подзадача 2. Формирование знаний и умений по ментальности участников образовательного процесса. Это прямая задача прогнозирования, которая состоит в явном оценивании профессионализма студента (P_c), т. е. его знаний и умений, после изучения конкретной дисциплины, по замеренным данным о ментальности студента (M_c) и преподавателя (M_p) с помощью построенной модели f (1).

Для построения модели программного агента «Студент» необходимо учесть те факторы (личностные характеристики), которые влияют на качество усвоения студентом знаний, а именно: мотивацию, интеллектуальные способности, психологические особенности и др. Выявление и анализ таких факторов осуществлялось с помощью апробированных психологических методов. В частности, для практического определения психофизиологических особенностей студента использовались известные тесты Айзенка Г.Ю., Гилфорда Д.П., Герчикова В.И. и Торренса Э.П. [2].

Как известно, процесс обучения заключается в передаче знаний и навыков от преподавателей к студентам и их усвоения. Качество обучения фиксируется в экзаменационной ведомости. Разрабатываемая нейромодель процесса обучения должна формировать на выходе остаточные знания студента по отдельной дисциплине, с которыми он выходит на рынок труда (таких нейромоделей у агента будет столько, сколько профессиональных дисциплин). По ним работодатели решают вопрос о трудоустройстве кандидатов на вакантные должности.

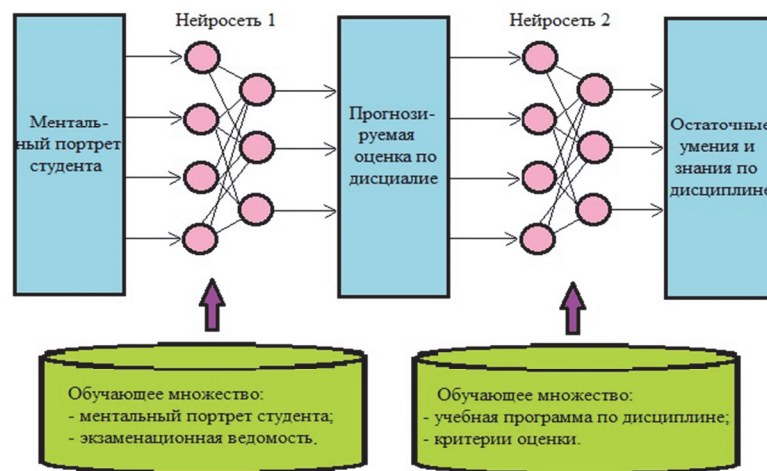


Рис. 2. Схема нейромодели, описывающая результаты профессионального обучения студента на примере одной дисциплины

Прогноз остаточных знаний по одной конкретно взятой дисциплине для одного студента осуществляется в два этапа (рис. 2). На первом этапе прогнозируется экзаменационная оценка, а на втором этапе, исходя из прогнозируемой оценки, формируется усреднённый набор остаточных знаний и умений, соответствующий данной оценке.

Первая нейронная сеть будет обучаться на основании ментальных портретов группы студентов и экзаменационной ведомости. Вторая нейросеть – на основании критериев оценки и учебной программы дисциплины, в которой содержится нормативный перечень знаний и умений. Обучающее множество для второй нейросети составляет преподаватель-профессионал (эксперт) по своей дисциплине в виде таблицы, показывающей, за какие знания и навыки ставится определённая оценка. Выходные сигналы второй нейросети образуют вектор, компоненты которого фиксируют наличие или отсутствие соответствующего остаточного знания или умения. Размер вектора определяется суммарным количеством знаний и умений, предусмотренных учебной программой дисциплины.

Структура полигона для автономного обучения нейронных сетей показана на рис. 3. Блоки 2 и 3 полигона реализованы с помощью пакета Neural Network

Toolbox, который входит в стандартную поставку MatLab. Параметры обученных нейросетей вводятся в структуру программного агента, что соответствует делегированию (передаче) агенту полномочий (менталитета) лектора соответствующей учебной дисциплины.

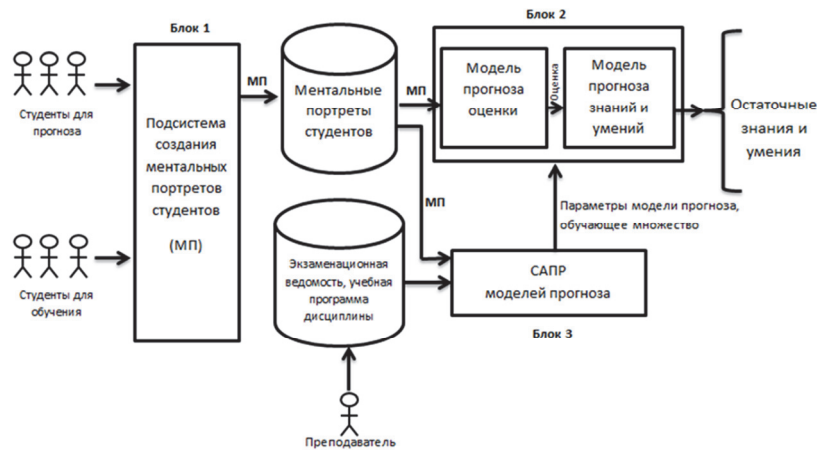


Рис. 3. Структура подсистемы настройки нейросетевых моделей прогнозирования результатов обучения

Для построения обучающих множеств нейросетей была выбрана группа студентов, прослушавших учебный курс «Системы искусственного интеллекта» и уже получивших экзаменационные оценки. Совместная работа двух обученных нейронных сетей тестировалась на характеристиках ментальности студентов, которые не участвовали в обучении.

3 Мультиагентное имитационное моделирование процесса трудоустройства выпускников вуза

Отбор претендентов на работу происходит во время собеседования, которое организует каждая фирма (предприятие) с желающими на ней работать. В процессе трудоустройства участвуют n выпускников ВУЗа и k фирм, каждая из которых имеет свой профиль работы, квоты и требования к кандидатам на работу. Фирма при собеседовании даёт выпускнику анкету, в которой он заполняет данные о себе и решает тестовые задания, после чего фирма оценивает анкету. Выпускник в то же время получает информацию о требованиях к соискателям, условиях работы и вырабатывает оценку о привлекательности фирмы. После завершения этих процессов фирма и выпускник должны принять общее соглашение о заключении или не заключении трудового договора.

Задача распределения молодых специалистов на фирмы, описанная формально в работе [3], заключается в формировании для каждой j -й фирмы список

S_j принятых на работу выпускников, которые подходят по знаниям фирме и которым нравится работать на ней. Динамический процесс отбора на работу заканчивается тогда, когда все списки претендентов перестанут обновляться.

При построении искусственных агентов была выбрана нейросетевая архитектура. Интеллектуальными задачами, которые решаются нейросетевым способом, являются: оценивание выпускником условий труда на фирме, решение студентом типовых заданий по профилю фирмы, оценивание фирмой ответов выпускника на тестовые задания. Для передачи профессиональных навыков от молодого специалиста (источника знаний) к нейросетевому программному агенту использовались коммуникативные методы извлечения знаний из реальных студентов-выпускников (это третья задача из списка в разделе 1) и алгоритм настройки нейросети по стратегии «обучение с учителем».

Для извлечения знаний из выпускников были составлены опросные анкеты по каждому разделу программной инженерии (например, по дисциплинам «Системы искусственного интеллекта», «Базы данных и т. д.), из которых формировались обучающие множества для нейросетей. В анкету входил набор типовых заданий по каждому из намеченных разделов учебного плана специальности и правильные ответы к ним в виде номеров необходимых знаний и умений из предлагаемого списка для их решения.

Многоагентная система моделирования была разработана с помощью инструментальной среды MadKit. Архитектура платформы MadKit основана на AGR (Agent/Group/Role) модели, которая базируется на трёх ключевых понятиях: агент, группа и роль.

Рассмотрим один из экспериментов по моделированию процесса трудоустройства выпускников с низким уровнем профессиональной подготовки. В эксперименте запланировано участие трёх фирм, у которых имеется определённое количество вакансий: первый агент фирмы (company-1) имеет 2 вакансии, второй (company-2) – 4 и третий (company-3) – 1. В качестве кандидатов на работу в этих фирмах запланировано участие 15 выпускников ВУЗа с низким уровнем знаний по профилю данных фирм. Условия труда, которые предлагают фирмы в данном эксперименте, оценивались выпускниками по 8 показателям: заработная плата, предоставление жилья, форма собственности и т. д.

Динамика процесса визуализируется с помощью специальных окон (рис. 4), в которых на каждом шаге моделирования отображается состояние трудоустройства, т.е. сколько и кого уже отобрала каждая фирма, какие выпускники ещё проходят собеседование и т. д.

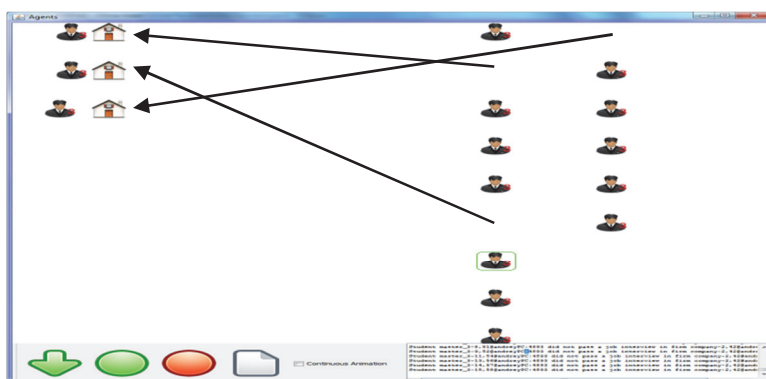


Рис. 4. Конечное состояние моделирования трудоустройства

4 Заключение

Предложен подход к нейросетевому моделированию трудно формализуемого процесса профессионального обучения студентов, основанный на имитации процесса передачи профессиональных навыков и знаний в зависимости от личностных характеристик студентов.

Разработана многоагентная модель, реалистично отражающая поведение людей и фирм при поиске работы в зависимости от социальных, профессиональных и экономических факторов, делегированных членам искусственных агентов модели системы трудоустройства.

Литература

1. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал, 2002.
2. Айзенк Г. Новые тесты IQ. – М.: Изд-во «ЭСКМО», 2003.
3. Федяев О.И. Модель системы подготовки и трудоустройства специалистов на основе программных агентов с нейросетевой архитектурой // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016, Труды конференции. В 3-х томах. Т.2. – Смоленск: Универсум, 2016.