



OSTIS-2015

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.853

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Федяев О.И.

*Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Республика Украина*

fedyaev@r5.dgtu.donetsk.ua

oleggedyayev@yahoo.com

Научная работа посвящена разработке нейросетевой модели процесса обучения студентов для агентной системы моделирования рынка труда. Эта модель имитирует процесс передачи профессиональных навыков и знаний в зависимости от личностных характеристик студентов. Система моделирования на основе искусственных агентов позволит анализировать процесс подготовки молодых специалистов и прогнозировать возможность их дальнейшего трудоустройства.

Ключевые слова: модель обучения; профессиональные знания; ментальность студента; нейронная сеть.

Введение

Рассматривается задача построения модели процесса профессионального обучения для агентной системы моделирования рынка труда, которая позволит анализировать процесс подготовки молодых специалистов, а также прогнозировать возможность их дальнейшего трудоустройства.

Сам процесс обучения, как объект исследования, является динамическим и характеризуется большой инерционностью. Последствия изменения одного из факторов можно узнать только по окончании 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. Однако формально (математически) описать процесс обучения не представляется возможным. В этом случае целесообразно разрабатывать имитационные модели на основе нейронных сетей, которые могут обеспечить проведение необходимых исследований по этой проблеме [Федяев и др., 2013].

Целью данной работы является разработка нейросетевой модели, способной функционально описать зависимость получаемых студентом профессиональных знаний и умений от факторов, влияющих на полноту этих знаний. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть процесс обучения студентов университета как систему с распределённым интеллектом;
- определить внешние и внутренние факторы, влияющие на качество усваивания знаний и навыков;
- разработать методику определения ментальных и психофизиологических особенностей преподавателей и студентов;
- разработать структуру нейросетевой модели и алгоритм её обучения;
- исследовать трудоёмкость настройки модели и адекватность её процессу обучения.

1. Система профессионального обучения как объект моделирования

Высшее учебное заведение, как центр подготовки квалифицированных специалистов, представляет собой распределённую систему, субъектами которой являются преподаватели и студенты, взаимодействующие в предоставленной ВУЗом учебной среде, оснащённой соответствующим оборудованием. Качество подготовки в основном зависит от следующих факторов:

- профессионализма преподавателей;
- подготовленности абитуриентов и системы их отбора;
- среды обучения (материально-технической базы ВУЗа);

- стандартов образования (учебные планы и т. п.);
- системы повышения квалификации преподавателей;
- организационной структуры управления образованием и трудоустройством.

Система подготовки специалистов основывается на взаимодействии министерства образования, университетов и студентов (рисунок 1).

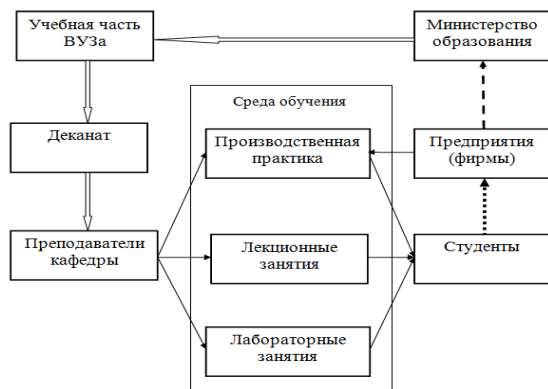


Рисунок 1 – Схема подготовки специалистов в ВУЗе для предприятий: (→) – передача знаний и умений; (---→) – нормативные документы; (····→) – заказ на подготовку специалистов; (····→) – подготовленные специалисты

Объектно-ориентированный анализ процесса подготовки молодых специалистов показал, что его субъекты взаимосвязаны, образуют распределённую, неоднородную и интеллектуальную систему. Поэтому разработка имитационной модели такой системы, которая будет использована для анализа и прогнозирования образовательных процессов, может быть успешно выполнена на основе методов агентно-ориентированного моделирования [Федяев и др. 2006], [Zhabska et al., 2011].

Основной функцией процесса обучения студентов как системы является передача профессиональных знаний и выработка умений у будущих специалистов решать определённые производственные задачи. Данная функция реализуется определённой совокупностью образовательных процессов: лекционные и практические занятия, производственная практика.

С позиции системного анализа [Федяев и др., 2010] процесс профессиональной подготовки специалистов реализуется сложной распределённой системой, которая состоит из автономных, взаимосвязанных, целенаправленно функционирующих элементов и находится во взаимодействии с внешней средой. Системный анализ предполагает рассмотрение функционирования системы во времени и пространстве с целью выделения основных характеристик и параметров как самой системы, так и составляющих её процессов.

1.1. Постановка задачи анализа подготовки студентов

В системе подготовки и трудоустройства молодых специалистов можно выделить следующие элементы: молодые специалисты, учебное заведение, министерство образования и фирмы (предприятия). Перечисленные элементы системы неоднородны по своей структуре, территориально распределены и обладают сложной функциональностью. Все вместе они образуют распределённую систему, в рамках которой можно решить следующие задачи:

- организация эффективного учебного процесса подготовки кадров по профессиям в соответствии с учебными планами (ВУЗ);
- определение качественных стандартов и учебных планов подготовки кадров (министерство науки и образования, 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 процесса подготовки кадров (рисунок 2).

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

Задача 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.

Ментальность студента (M_c) определяется элементами, которые характеризуют его воспитательный аспект и приобретённый жизненный опыт:



Рисунок 2 – Общая структура агентно-ориентированной модели процесса подготовки молодых специалистов

$$M_c = (m, i, p, s, \dots), \quad (2)$$

где m – ментальность; i – интеллект; p – психология; s – здоровье.

Ментальность преподавателя (M_n) в данном случае определяется факторами, от которых зависит качество передачи знаний от преподавателя к студенту:

$$M_n = (us, uz, h, v, a, \dots), \quad (3)$$

где us – учёная степень; uz – учёное звание; h – стаж; v – возраст; a – артистизм.

Среда обучения (C) характеризуется состоянием учебно-методического и технического обеспечения учебного процесса, а также уровнем организации обучения студентов.

Профессионализм студента по одной изучаемой дисциплине (P_c) определяется объёмом знаний (z_c) и умений (u_c), которые он получает в процессе изучения данной дисциплины:

$$\begin{aligned} z_c &\subseteq Z_d \subseteq Z, & u_c &\subseteq U_d \subseteq U, \\ P_c &= z_c \cup u_c, & P_d &= Z_d \cup U_d, \\ P_c &\subseteq P_d, \end{aligned} \quad (4)$$

где Z_d – объём знаний, определяемый учебной программой дисциплины, которая читается на кафедре; Z – объём знаний по данному профессиональному направлению, определяемый современным состоянием науки и техники;

Задача 2. Формирование знаний и умений по ментальности участников образовательного процесса. Данная задача состоит в явном нахождении 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_n)

по построенной модели f :

$$P_c = f(M_c, M_n, C) \quad (5)$$

Эта задача относится к классу прогнозных задач. С её помощью можно исследовать влияние различных параметров (содержание учебной программы, контингента студентов и т. д.) на качество образования в конкретном университете.

2. Факторы влияния на качество усвоения студентами знаний

Для построения модели агента «Студент» необходимо учесть все факторы, влияющие на студента в той или иной степени, а также определить степень их влияния. Так как каждый отдельный студент является, прежде всего, личностью, то и анализировать необходимо его личностные характеристики.

Были проанализированы все факторы, влияющие на ментальный портрет студента. Были использованы популярные психологические методы их анализа [Ильин, 2004]. В результате для всестороннего анализа личности были выделены следующие типы факторов: мотивация студента к учёбе, интеллектуальные способности студента, психологические особенности студента, физические факторы, влияющие на обучение. Каждый из этих типов разбивается на несколько показателей, которые можно определить по результатам тестов, опросов и т. д. [Айзенк, 2003].

На наш взгляд, факторы, влияющие на усвоение студентом учебного материала, можно систематизировать так, как это показано на рисунке 3. Анализ этих факторов позволит изучить личность обучаемого с разных сторон, выявить наиболее важные ментальные особенности, влияющие на успешность обучения [Дейнека, 2009].

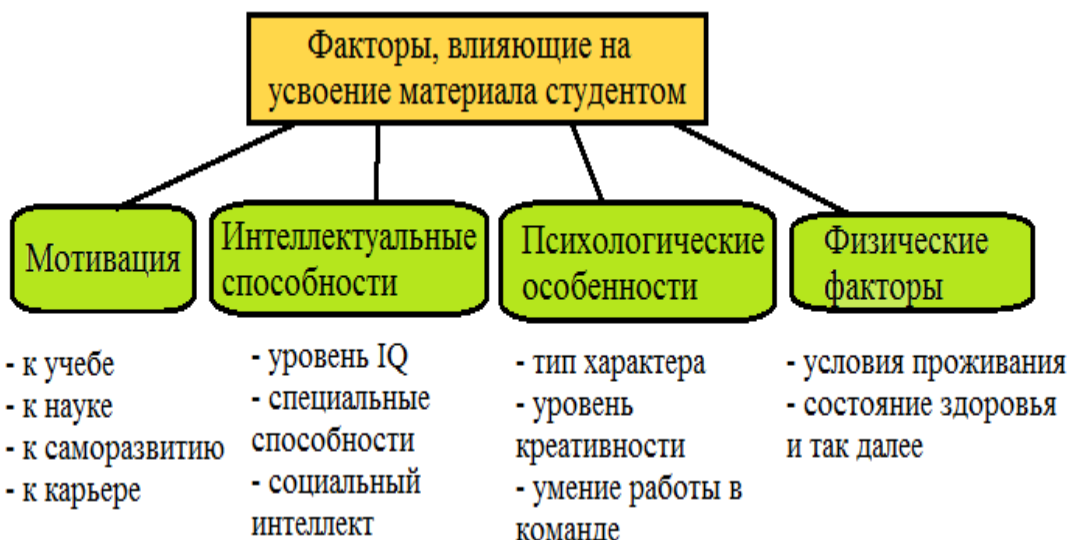


Рисунок 3 – Факторы, влияющие на усвоение материала студентом

Были разработаны методики определения ментальных и психофизиологических особенностей студента. Результаты по оценке каждого из вышеперечисленных параметров могут быть систематизированы и стандартизованы. Эти методики в совокупности образуют систему, которая определяет ментальный портрет студента. В таблице 1 представлена данная систематизация.

Таблица 1 - Систематизация характеристик студента

Характеристика ментальности	Способ определения	Оригинальная градация
Уровень интеллекта	Тест на IQ Айзенка	от 0 до 160 баллов
Тип темперамента	Тест Айзенка «Тип темперамента»	4 вида темпераментов
Социальный интеллект	Тест Гилфорда	от 0 до 57 баллов
Уровень мотивации	Тест Гречикова	5 видов мотивации
Уровень креативности	Тест Торренса	от 0 до 70 и более баллов
Специальные способности	Тест Айзенка по 3 видам спец. способностей	от 0 до 150 баллов за каждый
Умение работать в команде	Самостоятельное определение	от 0 до 100%
Жилищные условия	Самостоятельное определение	от 0 до 100%
Состояние здоровья	Самостоятельное определение	от 0 до 100%
Пол	Самостоятельное определение	женский или мужской

После прохождения всех опросов и тестов будет определен многопрофильный портрет студента, который можно будет использовать при разработке модели передачи знаний.

3. Нейросетевая модель зависимости остаточных знаний студентов от их ментальности

Процесс обучения студентов заключается в передаче знаний и навыков от преподавателей. Качество обучения фиксируется в экзаменационной ведомости. Разрабатываемая модель процесса обучения должна формировать на выходе остаточные знания студента по отдельной дисциплине, с которыми он выходит на рынок труда. По ним работодатели решают вопрос о трудоустройстве кандидатов на вакантные должности.

Остаточные знания зависят от ментальности студента и других факторов, которые описаны в предыдущем разделе. Эта связь трудно формализуема, т. е. математически описать её сложно. В таких случаях, как уже было указано выше, целесообразно использовать нейронную сеть [Круглов, 2001], которая позволит выявить существующую связь путем её обучения. Для обучения нейросети имеется в распоряжении следующая объективная информация:

- психологический портрет, характеризующий ментальность студента;
- учебная программа дисциплины;
- критерии оценки знаний;
- экзаменационная ведомость, отображающая успешность обучения студентов.

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

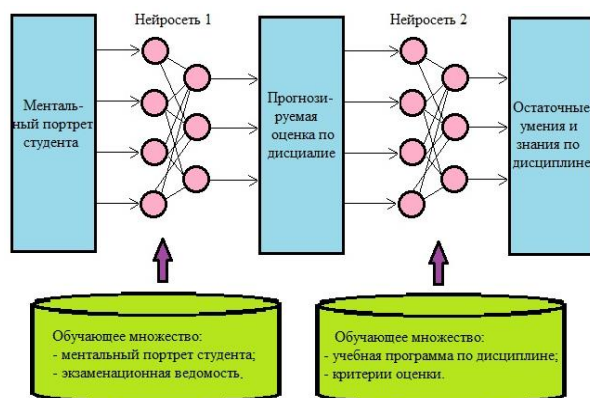


Рисунок 4 - Схема нейромодели профессионального обучения студентов на примере одной дисциплины

Каждый из этих этапов невозможно формализовать математически, поэтому будут использованы две нейросети. 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 перечень знаний и умений. Схема описанной двухкаскадной модели представлена на рисунке 4.

Нейроалгоритм моделирования зависимости экзаменационной оценки от личностных характеристик студента реализуется первой нейросетью. Входными сигналами первой нейросети являются ментальные характеристики студентов, полученные в процессе их тестирования (таблица 1). Входные сигналы образуют вектор $X=(x_1, x_2, \dots, x_{10})$, компоненты которого описаны в таблице 2.

Таблица 2 - Входные параметры первой нейросети

Тип ментальной характеристики	Входной сигнал нейросети	Код
Мотивация	Тип мотивации	x_1
Интеллектуальные способности	Уровень IQ	x_2
	Уровень специальных способностей (в данном случае - вычислительных)	x_3
	Уровень социального интеллекта [0..1]	x_4
Психологические особенности	Тип темперамента [0..1]	x_5
	Уровень креативности	x_6
	Умение работать в команде	x_7
Физические факторы	Жилищные условия	x_8
	Состояние здоровья	x_9
	Пол	x_{10}

На выходе нейросеть должна формировать сигналы, определяющие прогнозную экзаменационную оценку, соответствующую студенту с определенной ментальностью, которая подаётся на её вход. Оценка выставляется по пятибалльной шкале.

Нейросетевая модель формирования экзаменационной оценки строиться на базе

многослойного персептрона с нелинейной функцией активации. Достаточно использовать 2-3 слоя, чтобы обеспечить реализацию любой нелинейной зависимости между выходом и входом.

Вторая нейросеть реализует нейроалгоритм моделирования зависимости остаточных знаний студента по дисциплине от полученной экзаменационной оценки. Входные сигналы второй нейросети представляют собой экзаменационную оценку, полученную с выхода первой нейросети.

Выходные сигналы 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. Они обозначены вектором

$$Y=(y_1, y_2, \dots, y_n),$$

где n – количество знаний и умений; $y_i \in [0,1]$. Выходные сигналы показаны в таблице 3.

Таблица 3 - Выходные сигналы второй нейросети

№	Знания и умения	Код	
1	Знание 1 (Например, знание методов, алгоритмов)	y_1	Список знаний
2	Знание 2	y_2	
3	Знание 3	y_3	
...	
k	Знание k	y_k	
k+1	Умение 1 (Умение применять методы, алгоритмы)	y_{k+1}	Список умений
...	
n	Умение m	y_n	

Структура у обеих нейросетей относится к классу однородных многослойных персептронов с полными последовательными связями и с сигмоидальной функцией активации [Круглов, 2001]. Обучение нейросетей проводилось по стратегии «обучение с учителем» по алгоритму обратного распространения ошибки. Обучающее множество для второй нейросети составляет преподаватель-профессионал (эксперт) по своей дисциплине, используя утверждённые критерии оценки и учебную программу дисциплины, которая содержит перечень знаний и умений.

4. Обучение и анализ адекватности нейросетевых моделей

В качестве среды моделирования искусственных нейронных сетей использовался пакет Neural Network Toolbox, который входит в стандартную поставку MATLAB [Дьяконов, 2001]. Пакет Neural Network Toolbox обеспечивает всестороннюю поддержку типовых нейросетевых парадигм и имеет открытую модульную архитектуру.

Таблица 4 - Результаты тестирования студентов

Характеристика	Студенты					
	1	2	3	4	5	6
Уровень интеллекта	125	110	115	100	98	105
Тип темперамента	Хол	Флег	Мел	Хол	Санг	Санг
Социальный интеллект	45	50	38	42	23	33
Тип мотивации	Патр	Проф	Инст	Изб	Изб	Инст
Уровень креативности	64	30	62	24	78	49
Специальные способности	123	140	113	94	75	96
Умение работать в команде	6/8	5/8	6/8	3/8	2/8	7/8
Жилищные условия	60%	75%	90%	90%	50%	45%
Состояние здоровья	90%	80%	80%	75%	80%	75%
Пол	М	М	Ж	М	Ж	Ж
Полученная оценка	5	5	4	3	2	2

Пакет содержит функции командной строки и графический интерфейс пользователя для быстрого пошагового создания различных программных моделей нейросетей [Круглов, 2001].

При построении обучающего множества для первой нейросети были выбраны 6 студентов, прослушавших учебный курс «Интеллектуальные системы в экономике» и уже получивших экзаменационные оценки. Студенты для тестирования были выбраны таким образом, чтобы в обучающем множестве были представлены все экзаменационные оценки.

Эти студенты были протестированы согласно методике, изложенной в разделе 2. Результаты их анкетирования и тестирования показаны в таблице 4.

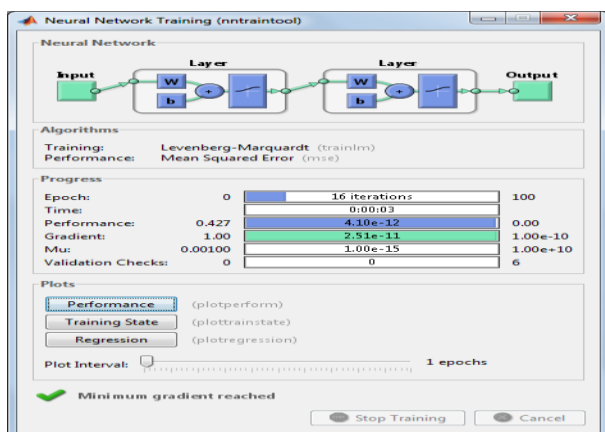


Рисунок 5 - Результаты обучения нейросети «Ментальность студента – прогноз - оценка»

Для обучающего множества были взяты данные первых пяти студентов. Результаты же студента под номером 6 будут использованы для проверки обученной нейросети. Как видно на рисунке 5, для обучения двухслойной нейросети хватило 16 эпох.

Обучающее множество для второй нейросети должен готовить преподаватель, который читает студентам учебную дисциплину. Из учебной программы (а это утверждённый нормативный документ) был взят список знаний и умений, которыми должен овладеть студент по данной дисциплине, и для него преподавателем сформирована таблица, показывающая, за какие знания и навыки ставится определённая оценка.

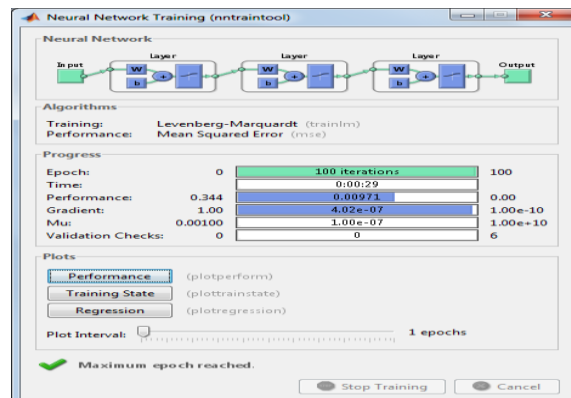


Рисунок 6 - Результаты обучения нейромодели «Оценка – прогноз - остаточные знания»

По аналогии с предыдущей нейромоделью была построена модель второй трёхслойной нейросети с количеством нейронов в слоях: 4-20-35. Входные сигналы нейросети – это вектор оценок, а выходные – вектор усреднённых знаний и навыков. Процесс обучения модели представлен на рисунке 6.

Совместная работа двух обученных нейронных сетей оценивалась на характеристиках ментальности студента с номером 6 (таблица 4), который не участвовал в обучении. Моделирование проводилось в соответствии с двухкаскадной схемой на рисунке 4. Анализ результата работы первого каскада показал, что значения компонент выходного вектора близки к коду (1,0,0,0). Эта кодировка соответствует экзаменационной оценке «неудовлетворительно», которую в действительности получил этот студент на экзамене (таблица 4).

Спрогнозированная оценка с выхода первой нейросети подавалась на вход второй нейросети, которая формировала результирующий вектор Y остаточных знаний и умений этого студента (рисунок 7).

Значения компонент вектора Y можно трактовать как степени уверенности в том, что у данного студента сохраняются в его памяти соответствующие знания и умения (конечно, относительно используемых обучающих множеств). Если сопоставить полученный результат с критериями оценки по учебной дисциплине «Интеллектуальные системы в экономике», то представленная на рисунке 7 совокупность спрогнозированных знаний и умений соответствует оценке «неудовлетворительно».

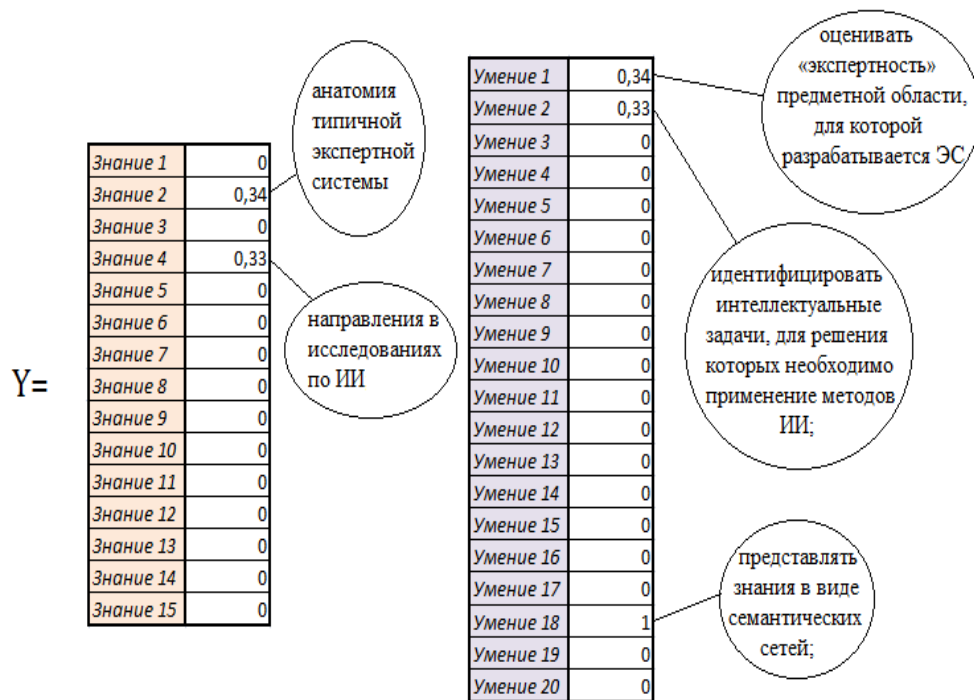


Рисунок 7 - Прогнозные остаточные знания и навыки для шестого студента по рассмотренной учебной дисциплине

Заключение

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

Установлены внешние и внутренние факторы, влияющие на успеваемость студентов и качество усваивания знаний и навыков. Особое внимание было уделено студенту как личности и его месту в процессе обучения. Исходя из этого, была разработана специальная методика, позволяющая анализировать психологические, эмоциональные, природные и физические способности студента. Методика была основана на классических психологических подходах, обладающих универсальностью, а также сравнительной легкостью для их реального применения.

После получения ментального портрета студента был разработан нейроалгоритм построения двухкаскадной нейромодели, имитирующей результат профессионального обучения путём выявления остаточных знаний и навыков студента, которые будут использованы на рынке труда.

Предварительные результаты исследования на программных моделях показали правильность предложенных идей по решению поставленной задачи.

На основе данной модели обучения будут разработаны искусственные программные агенты [Ивашкин, 2013], которые в комплексе будут

моделировать динамику процессов обучения группы студентов и их трудоустройство.

Библиографический список

- [Федяев, 2013] Федяев, О.И. Анализ и прогнозирование процесса трудоустройства молодых специалистов с помощью мультиагентной имитационной модели / Федяев О.И., Лукина Ю.Ю., Стрпалов А.С. // Труды конференции ИАИ-2013, КПИ, Киев, 2013. - С. 47-53.
- [Федяев, 2006] Федяев, О.И. Многоагентная модель процесса обучения студентов на кафедральном уровне // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія "Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем". Випуск 5 (116). - Донецьк: ДонНТУ, 2006. - С. 105-116.
- [Zhabska, 2011] Tetiana Zhabska, Oleg Fedyaev. The development of agent-based intellectual e-learning environment // Proceedings of the IADIS International conference Intelligent systems and agents 2011 Rome, Italy July 24-26, 2011/ Pages 143-147.
- [Федяев, 2010] Федяев, О.И. Проектирование виртуальной кафедры университета на основе многомодельного агентно-ориентированного подхода / Федяев О.И., Жабская Т.Е. // Искусственный интеллект. - 2010, №3. - С. 679-686.
- [Ильин, 2004] Психология творчества, креативности, одарённости / Ильин Е.П. ; - СПб.: Питер, 2004. -537 с.
- [Айзенк, 2003] Новые тесты IQ / Айзенк Г. ; - М.: Изд-во "ЭСКМО", 2003. - 189 с.
- [Дейнека, 2009] Современные тенденции в управлении персоналом. Учебное пособие / Дейнека А.В. [и др.]; - М.: Изд-во "Академия естествознания", 2009. - 294 с.
- [Круглов, 2001] Нечётка логика и искусственные нейронные сети / Круглов В.В. [и др.]; - М.: Физматлит, 2001. - 224 с.
- [Дьяконов, 2001] Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник / Дьяконов В. [и др.]; - СПб.: Питер, 2001. -268 с.
- [Ивашкин, 2013] Агентные технологии и мультиагентное моделирование: учебное пособие / Ивашкин Ю.А. - М.: МФТИ, 2013. -268 с.

NEURAL NETWORK MODEL OF THE PROCESS OF PROFESSIONAL EDUCATION OF YOUNG SPECIALISTS

Fedyayev O.I.

*Donetsk National Technical University, Donetsk,
Republic of Ukraine*

fedyayev@r5.dgtu.donetsk.ua

olegfedyayev@yahoo.com

The scientific work is devoted to the development of a neural network model of the learning process for students agent system modeling of the labor market. This model simulates the transfer of skills and knowledge, depending on the personal characteristics of students. The system will allow the simulation to analyze the process of training young professionals and to predict their future employment prospects.

Introduction

The problem of constructing a model of the professional training for the multi-agent system modeling of the labor market, which will analyze the process of preparing young professionals, as well as to predict their future employment prospects. The aim of this work is to develop a model based on a neural network capable of functionally describe the dependence of students receive professional knowledge and skills of the factors affecting the completeness of this knowledge.

Main Part

The main function of the learning process of students as the system is to transfer knowledge and develop professional skills of the future experts to solve specific production problems. The learning process is difficult to formalize, and therefore cannot be described by conventional mathematical methods. In addition, participants in the learning process geographically distant from each other, are heterogeneous in structure and activity of intelligent by nature. These features cause the feasibility of the theory of intelligent agents to the development of a simulation model for the analysis of the training process.

Have been developed methods for determining the mental and psycho-physiological characteristics of the student. These techniques combine to form a system that determines a mental portrait of a student.

The developed model of the learning process should form the output residual knowledge of the student on a separate discipline, with whom he comes into the labor market. Residual knowledge depend on the mentality of students and other factors. This relationship is difficult to formalize. In such cases it is advisable to use a neural network that will identify an existing connection through her training. Forecast residual knowledge on one particular discipline taken for one student is carried out in two stages. In the first phase is predicted on the basis of the examination score mentality of the student.

In the second stage, based on the projected estimates formed averaged residual set of knowledge and skills corresponding to this assessment. Each of these steps cannot be formalized mathematically, so the two will be used by the neural network. The first neural network will be trained on the basis of mental portrait of a group of students and the examination sheet. The second neural network - based on the evaluation criteria and curriculum discipline, which contains a list of knowledge and skills. As a medium of artificial neural networks modeling package was used Neural Network Toolbox, which is included in the standard package MATLAB.

Preliminary results of a study on software models showed the correctness of the proposed ideas for solving the problem. On the basis of this model will be developed artificial learning software agents, which together will simulate the dynamics of the processes of training a group of students and their employment.

Conclusion

An approach to the modeling of neural networks is difficult to formalize the process of vocational training of young professionals, which allows to simulate the transfer of skills and knowledge, depending on the personal characteristics of students. The authors have developed a technique that analyzes the psychological, emotional, environmental and physical abilities of the student. After receiving mental portrait student was developed neural algorithm for constructing a two-stage neural model to simulate the result of vocational training by identifying residual knowledge and skills of the student, which will be used in the labor market.