

РЕАЛИЗАЦИЯ ИДЕЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ИЕРАРХИИ МОТИВОВ ОБУЧЕНИЯ

М. Г. Коляда¹, Т. И. Бугаева¹

¹ *Донецкий национальный университет, Украина*
283100, Украина, г. Донецк, ул. Щорса, д. 17

Аннотация

Иерархия мотивов обучения играет чрезвычайно важную роль для руководства продуктивной деятельностью обучаемых, их активностью и целеустремленностью. В процессе учебной работы образуется такая мотивационная иерархия, где одни мотивы являются динамическими механизмами других мотивов, которые на интуитивном уровне очень сложно выявить, тем более учесть влияние каждого из них. Поэтому для определения наиболее значимой иерархической последовательности мотивов был предложен инновационный способ, основанный на идеях искусственного интеллекта. В качестве примера был реализован поиск на основе так называемого алгоритма имитации отжига, который способен учитывать вероятностный характер мотивационных индикаторов. В статье выделены основные ведущие учебно-образовательные мотивы студентов, на основе которых показан «механизм» нахождения их оптимальной иерархической системы, причем такой, который одновременно учитывает многофакторное влияние их побуждающих причин, с учетом их взаимосвязи, взаимовлияния и динамичности. Показана пошаговая реализация построения такой иерархической системы главных образовательных мотивов в совокупности со случайными, второстепенными мотивами, которые трудно заранее предвидеть или предусмотреть. Учитывая их непредсказуемость и вероятностный характер возникновения, предложенная система интеллектуального поиска позволяет выделить именно те последовательности мотивов, которые обеспечивают наивысшую продуктивность и результативность обучения. Ценность предложенного алгоритма имитации отжига состоит в том, что происходит жертвование точностью результата, но при этом уменьшается количество циклов перебора, что для обработки значительного числа мотивационных индикаторов играет большую роль.

Ключевые слова: мотив, мотивация обучения, иерархия мотивов, механизм динамического равновесия, искусственный интеллект, алгоритм имитации отжига.

DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-12-19

Для цитирования:

Коляда М. Г., Бугаева Т. И. Реализация идей искусственного интеллекта для нахождения иерархии мотивов обучения // Информатика и образование. 2018. № 10. С. 12–19.

Статья поступила в редакцию: 5 октября 2018 года.

Статья принята к печати: 20 ноября 2018 года.

Сведения об авторах

Коляда Михаил Георгиевич, доктор пед. наук, профессор, зав. кафедрой инженерной и компьютерной педагогики Донецкого национального университета, Украина; kolyada_mihail@mail.ru

Бугаева Татьяна Ивановна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры инженерной и компьютерной педагогики Донецкого национального университета, Украина; bugaeva_tatyana@mail.ru

Мотивация, как психологическая категория, является одной из фундаментальных дефиниций современной науки. Знания об иерархии мотивов в учебном процессе чрезвычайно важны для руководства продуктивной деятельностью обучаемых, их активностью и целеустремленностью в этом процессе. Актуализируя определенные мотивы, меняя их иерархию, привлекая дополнительные мотивы с учетом потребностей, интересов, стремлений, установок, эмоций, идеалов, норм и ценностей, можно эффективно управлять учебной деятельностью того, кого обучают [1]. Кроме того, знания по психологии мотивации можно использовать и в целях саморегуляции поведения обучаемого [2].

Введение

Мотивация учения — это сложная совокупность потребностей и мотивов, побуждающих обучаемого к активной образовательной деятельности. Преобладающая в данный момент мотивация оказывает воздействие на содержание внимания, восприятия, мышления, памяти и других психических процессов, участвующих в учебной деятельности.

К образовательной деятельности побуждают, как правило, несколько мотивов, которые образуют ее *иерархическую систему*. Какие-то мотивы в этой системе имеют большее значение и более высокую побудительную силу, они в иерархии находятся выше, другие имеют более слабую побуждающую силу и в системе рангов находятся ниже.

Иерархизированность мотивационной сферы зависит от веса и силы мотивов, входящих в эту систему. Одни мотивы и цели, которые их стимулируют, сильнее других и возникают чаще; другие слабее и актуализируются реже. Чем больше различий в силе и частоте актуализации мотивационных образований определенного уровня, тем выше иерархизированность мотивационной сферы.

Независимо от динамичности мотивационной сферы, каждому человеку присуща *относительная стабильность иерархии мотивов*. Можно утверждать, что мотивы, которые побуждают нас к деятельности, являются относительно устойчивыми, неизменными (в течение определенного промежутка времени). Относительная стабильность иерархии мотивов определяется тем, что личность в целом и мотивы

в частности (но не мотивация, которая зависит и от ситуативных факторов) не так уж легко подвергаются изменению [3, с. 205].

Среди основных ведущих учебных мотивов у студентов можно выделить:

- 1) *профессиональные* (стремление достичь твердых профессиональных знаний, умений и навыков, высокого уровня компетенций в будущей профессиональной деятельности);
- 2) *личностного престижа* (стремление и утверждение себя в различном статусе: старосты студенческой группы, спортивного лидера, ведущего концертной программы и т. п.);
- 3) *общесоциальные* (стремление и желание находиться в кругу студенческой жизни, в гуще событий какого-то молодежного объединения или движения и т. п.);
- 4) *прагматические* (или утилитарные — стремление к получению диплома о высшем образовании, диплома по дополнительной смежной профессии, сертификата, грамоты, других отличий на молодежных форумах, конференциях, спортивных соревнованиях и т. п.);
- 5) *формально-академические* (стремление к хорошей успеваемости, к получению высокой учебной отметки и т. п.);
- 6) *творческие* (или познавательные — стремление к познанию нового, к решению какой-либо научной или технической задачи, к достижениям в научной или иной творческой деятельности).

Педагогическая психология изобилует задачами, связанными с мотивационной сферой обучаемого, где можно применять идеи искусственного интеллекта для решения многофакторных задач [4]. Проблема эта все еще недостаточно изучена как в теоретическом, так и в практическом аспектах: без внимания исследователей остаются такие важные вопросы, как применение оптимизационных математических алгоритмов для нахождения эффективных психолого-педагогических решений. Учитывая практическую значимость в использовании продуктивных моделей реализации идей искусственного интеллекта [5–7], отсутствие теоретического обоснования и практического подтверждения таких решений в педагогической психологии, в данной статье мы решили показать реализацию идей искусственного интеллекта для вычисления иерархии мотивов обучения, в частности, на конкретном примере продемонстрировать применение алгоритма искусственного интеллекта для нахождения оптимальной иерархической системы мотивов обучения.

История развития проблемы

Изучением проблемы учебной мотивации занимались многие ученые.

Так, в работах Л. И. Божович [8] исследовалась учебная деятельность старшеклассников, при этом было выяснено, что она побуждается иерархией мотивов, в которой доминирующими выступают как внутренние, так и внешние мотивы. Как было отмечено Е. П. Ильиным, внешние мотивы проявляются «в упорядочивании, интегрировании всей системы потребностей их формирующимся мировоззрением» [9, с. 200] и переходом от внешних социальных

желаний к внутреннему их побуждению к самопознанию, самосовершенствованию, самоопределению.

Согласно исследованиям А. К. Марковой, Т. А. Матис, А. Б. Орлова, интерес к учению может быть широким, планирующим, результативным, процессуально-содержательным, учебно-познавательным и преобразующим [10, с. 17–18].

С. В. Бобровицкая [11] изучала мотивы абитуриентов при поступлении их в вузы, а А. П. Печников и Г. В. Мухина [12] исследовали ведущие учебные мотивы у студентов, начиная с первых и заканчивая выпускными курсами. Ими было доказано, что на разных этапах обучения роль доминирующих мотивов менялась от личностного и общесоциального престижа, от профессиональных интересов до чисто прагматических мотивов. Ф. М. Рахматуллина [13], наоборот, доказала, что на всех курсах первое место по значимости занимали профессиональные мотивы, на втором — познавательные, а общесоциальные мотивы становились доминирующими лишь на выпускных курсах, причем прагматические мотивы все это время занимали более низкие ступени иерархии.

В работах Р. С. Вайсмана [14] исследовалась динамика смены мотивов творческого достижения, формально-академического стремления и потребности в достижении цели у студентов от младших курсов к старшим. Он обосновал, что творческие (познавательные) мотивы растут от начальных курсов к выпускным, а мотивы формально-академического стремления, наоборот, снижаются начиная от второго к последнему курсу; при этом познавательные мотивы на протяжении всего периода обучения значительно доминируют над мотивами формально-академического достижения.

Таким образом, приоритетность мотивов у разных исследователей [10–14] имеет несопадающую иерархическую структуру, что указывает на различные концептуальные подходы и неодинаковые исходные элементы моделей, которые лежали в основе их построения. У каждой группы исследователей по-разному учитывалась динамичность мотивационных систем и корреляция между факторами (условиями), способствующими формированию у студентов положительного (или отрицательного) мотива к учению. Это подводит к мысли, что необходимо одновременно учитывать многофакторное влияние причин на иерархию мотивов обучения с учетом их взаимосвязи, взаимовлияния и динамичности. Но без специальных алгоритмов вычисления такой иерархии и без эффективных способов компьютерной обработки их результатов на основе инновационных идей искусственного интеллекта здесь не обойтись.

Методология исследования

Общий фон исследования. Взгляды на сущность мотива у современных психологов сильно разнятся. Одни авторы при построении модели мотива рассматривают его как *побудитель действий* (побудителя деятельности, побудителя поведения человека), вторые — как *цель* или *предмет удовлетворения потребности*, третьи — как *побуждение* (к новой мысли, мечте, точке зрения и т. п.), четвертые — как *намерение*, пятые — как *состояние*, шестые — как *удовлетворенность*, и т. п.

В основном исследователи группируются вокруг следующих точек зрения на мотив:

- 1) *мотив как побуждение;*
- 2) *мотив как потребность;*
- 3) *мотив как цель;*
- 4) *мотив как намерение;*
- 5) *мотив как состояние;*
- 6) *мотив как свойство личности.*

Каждая из моделей является отражением лишь какой-то одной стороны объективной реальности мотива.

Но существуют и обобщающие модели мотива, являющиеся в какой-то степени конкатенацией выше рассмотренных представлений. Наиболее логичной является модель, предложенная В. Г. Леонтьевым [15, с. 93]. По его мнению, чтобы показать и выразить системность мотива обучаемого, т. е. его многогранность и динамизм, многоуровневость и многомерность, нужно объединить все существенные характеристики мотива в виде компонент его *свойств* и структуры его *функций*.

В процессе учебной деятельности и образуется такая мотивационная иерархия, в которой одни мотивы являются динамическими механизмами других мотивов. Но как же выбрать наиболее значимую иерархическую последовательность мотивов, если известны их «весовые» значения?

Для решения этой проблемы воспользуемся идеями искусственного интеллекта.

Результаты исследования

Выбор алгоритма имитации отжига. В реальной психолого-педагогической практике кроме известного множества главных мотивов [16] действуют и случайные, второстепенные мотивы, которые трудно предвидеть и предусмотреть заранее. Они возникают спонтанно и, скорее всего, имеют непредсказуемый характер. Разрозненно эти случайные мотивы несущественно влияют на итоговую структуру иерархической системы мотивов, но в совокупности их влияние становится столь значимым, что они коренным образом могут изменить иерархическую последовательность мотивов. Задача психологической науки и состоит в том, чтобы в конкретных условиях из множества иерархических систем выделить именно те последовательности мотивов, которые обеспечивали бы наивысшую продуктивность и результативность обучения.

Случайные мотивы, как правило, предугадать трудно, а учитывая, что они в различных комбинациях дают совершенно разные предпосылки, очевидно, что без вычислительных подходов и алгоритмов их реализации, без использования компьютерной техники здесь обойтись очень сложно.

Инструменты и процедуры. Приведем пример реализации «механизма» решения конкретной психологической задачи на основе идей *искусственного интеллекта* [6, 17, 18], используя для этого *алгоритм имитации отжига*. Название этого алгоритма лишь отчасти передает содержание его работы и происходит от словосочетания «отжиг металла» — это процесс образования структуры кристаллического вещества при его охлаждении из расплавленного (нагретого) состояния. Именно контролируемое ох-

лаждение приводит к желаемой структуре металла (у нас — к оптимальной иерархической структуре мотивов). При высокой температуре степень свободы частиц вещества (в нашем случае — количество вариантов решения), подлежащего отжигу, имеет большее выражение, чем при меньшей температуре.

Пусть имеется относительно стабильная система ведущих мотивов студентов, наиболее сильно влияющих на обучение. Воспользуемся шестью рассмотренными выше учебными мотивами студентов. Для выявления способов и методик определения весовых значений этих мотивов отсылаем читателя к специальной литературе [9, 15, 19, 20], сами же задействуем психографический тест, которым можно достаточно надежно диагностировать мотивационные характеристики обучаемых [15, с. 135–145].

Замеряем весовые значения всех шести мотивов и строим таблицу их близости.

Поместим номера основных мотивов в вершины шестиугольника, которые определяют иерархическую структуру мотивационной сферы. Линиями между ними обозначим так называемую близость весовых значений, т. е. разность между рассматриваемыми весами. Получим своеобразный граф (рис. 1).

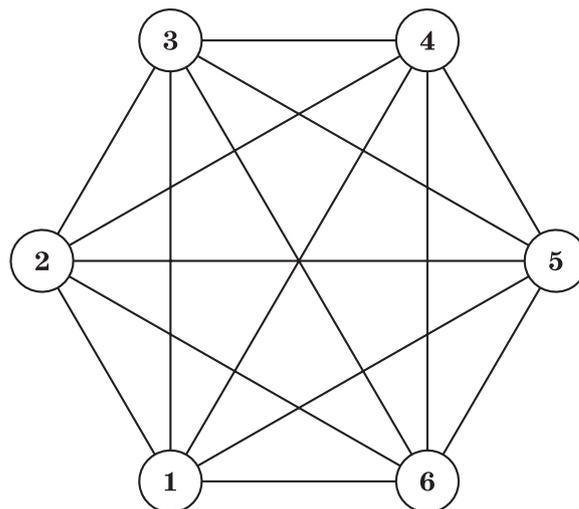


Рис. 1. Граф основных мотивов, которые определяют иерархическую систему мотивационной сферы обучения

Величину близости мотиваций L_{ij} находим как разность соответствующих переходов весовых значений. В контексте нашей психолого-педагогической задачи они имеют смысл иерархических расстояний между мотивами обучения (табл. 1).

Теперь решим эту задачу, используя данные из этой таблицы, взяв за начало отсчета первую вершину (первый мотив).

В реальной психологической практике таких мотивов значительно больше, но, чтобы не загромождать второстепенной информацией решение задачи, оставим исходные данные без изменения.

Необходимо выбрать наиболее значимые вершины мотивов. В терминологии теории графов это означает, что нужно пройти все вершины шестиугольника, побывав в каждой из них лишь один раз, и с обязательным возвратом в исходную вершину. В математике эта проблема называется *задачей У. Гамильтона* (W. Hamilton), а ее упрощенный ва-

Таблица 1

Близость «весовых» значений в системе иерархии мотивов обучения

Направление обхода	<i>L</i>
1 → 2	14
1 → 3	35
1 → 4	37
1 → 5	21
1 → 6	17
2 → 3	29
2 → 4	38
2 → 5	42
2 → 6	15
3 → 4	26
3 → 5	47
3 → 6	25
4 → 5	30
4 → 6	23
5 → 6	27

риант — задачей коммивояжера. Воспользуемся для ее решения алгоритмом имитации отжига [21, с. 89].

Материал и результаты исследования. Пусть нам заданы длины расстояний (весовые разности) между вершинами основных мотивов обучения, т. е. близость весовых значений в виде табл. 1. Числа во второй колонке выражают весовые значения (их цену) прохождения от вершины к вершине рассматриваемых мотивов. Если речь будем вести лишь об отрицательной стороне мотивов, то тогда задача будет сводиться к тому, чтобы суммарный вес в виде общей цены мотивов обучения (их суммарных переходов) свести к минимуму.

В методе, который использует алгоритм имитации отжига, происходит жертвование точностью результата, но при этом уменьшается количество циклов перебора, поэтому при большом количестве вершин мотивов ему нет равных. Методом полного перебора (с большим числом элементов) эту задачу придется решать очень долго и трудоемко.

Для выбора номеров вершин в последовательности прохождения маршрута обхода основных мотивов обучения запускаем так называемый первый генератор случайных чисел (крутим условную рулетку, подобную той, которую используют в игорных домах Монте-Карло). На поле рулетки номера элементов будут выбираться с помощью вращения этой рулетки без повторов со значениями вершин от 1 до 6. Пусть случайный вектор обхода мотивов имеет вид:

$$V_0 = [1, 5, 2, 6, 4, 3, 1].$$

Для него посчитаем длину первоначального (нулевого) маршрута (значения весовой близости берем из табл. 1):

$$S_0 = L_{1,5} + L_{5,2} + L_{2,6} + L_{6,4} + L_{4,3} + L_{3,1} = 21 + 42 + 15 + 23 + 26 + 35 = 162.$$

Запускаем второй генератор случайных чисел (такая же, но другая рулетка), который случайным образом выбирает два элемента, которые необходимо поменять местами. Пусть рулетка случайным образом выбрала элементы 2 и 6 (будем выделять элементы серым цветом): $V_0 = [1, \mathbf{5}, 2, 6, 4, \mathbf{3}, 1]$, (т. е. 5-ю и 3-ю вершины мотивов). Именно эти элементы из представленного списка меняем местами. Получаем новый набор данных, который обозначим через V_1 :

$$V_1 = [1, \mathbf{3}, 2, 6, 4, \mathbf{5}, 1].$$

Находим длину соответствующего первого маршрута:

$$S_1 = L_{1,3} + L_{3,2} + L_{2,6} + L_{6,4} + L_{4,5} + L_{5,1} = 35 + 29 + 15 + 23 + 30 + 21 = 153.$$

Вычисляем приращение длины:

$$\Delta S = S_1 - S_0 = 153 - 162 = -9.$$

Так как приращение длины отрицательное, то, следовательно, длина уменьшилась (решение улучшилось), поэтому маршрут V_1 принимается за основное продолжение и его данные устанавливаются как исходные для следующего этапа (цикла).

Снова запускаем второй генератор случайных чисел и выбираем новую замену вершин-мотивов в этом наборе данных. Пусть $V_1 = [1, 3, \mathbf{2}, 6, \mathbf{4}, 5, 1]$, т. е. случайным образом рулетка выбрала смену 3-го и 5-го элементов (т. е. 2-ю и 4-ю вершины мотивов):

$$V_2 = [1, 3, \mathbf{4}, 6, \mathbf{2}, 5, 1].$$

Снова находим длину, но уже второго маршрута:

$$S_2 = L_{1,3} + L_{3,4} + L_{4,6} + L_{6,2} + L_{2,5} + L_{5,1} = 35 + 26 + 23 + 15 + 42 + 21 = 162.$$

Если бы мы вместо алгоритма имитации отжига взяли бы так называемый «жадный» алгоритм, где $\Delta S = S_2 - S_1 = 162 - 153 = 9$, то его применять было бы нельзя, так как наш результат длины маршрута при этом ухудшился (ведь длина увеличилась). Но мы используем более «демократичный» алгоритм, в котором предоставим этому маршруту шанс на дальнейшую реализацию (хотя он имеет и не лучший вариант по своей длине).

Чтобы понять и более наглядно показать работу алгоритма имитации отжига, приведем работу специально придуманной модели. Воспользуемся скачкообразной функцией в виде кривой, форма изгиба которой будет являться формой дна некоего сосуда (рис. 2). Эта функция имеет глобальный минимум, но она имеет и массу так называемых локальных минимумов. В этом сосуде при встряске по изгибам может перемещаться (прыгать) шарик. Представим, что в этот сосуд налита нагретая жидкость, которая по мере ее охлаждения становится все более вязкой и более густой и, следовательно, дает меньшую возможность этому шарикку свободно перемещаться по его дну. Изначально температура жидкости достаточно высокая, к примеру, возьмем удобное для расчетов значение, равное 100 усл. ед.

(пусть это 100 °С). При этой температуре консистенция жидкости для движения нашего шарика будет идеальной, потому что при встряске сосуда шарик будет легко перемещаться из одних локальных минимумов в другие. При этом шарик имеет полную свободу перемещения, и если мы будем трясти наш сосуд, то шарик, в принципе, может занять любое из возможных положений в надежде, что следующая встряска (а у нас это и есть расчет новой длины маршрута обхода в графе, т. е. новый цикл) даст возможность ему для нового перемещения (в том числе и для прыжка в глобальный минимум). Но при каждой встряске жидкость будет охлаждаться на некоторую величину, и тем самым вязкость ее будет увеличиваться, а, следовательно, свобода перемещения шарика будет уменьшаться, так как жидкость на эту же величину будет становиться гуще и ему труднее будет делать новые перемещения в другие локальные минимумы (или сразу в глобальный).

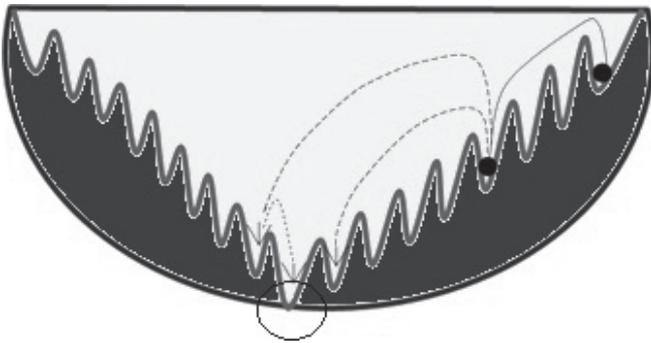


Рис. 2. Модель сосуда с нагретой жидкостью

В нашей модели каждый локальный минимум, в свою очередь, имеет сложную конфигурацию. Посмотрев на него под увеличением, можно обнаружить, что он в своей структуре повторяет ту же форму функции, что и функция дна всего большого сосуда: там есть множество своих локальных минимумов и наверняка существует один глобальный подминимум (т. е. самое низкое состояние изгиба) (рис. 3).

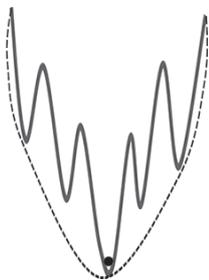


Рис. 3. Увеличенное рассмотрение отдельного локального минимума

Но как же эту температуру «загнать» в формулу?

Шаг нашего решения уменьшается на возможность принятия ложного (худшего) решения. Но заметим, что если у нас вообще не будет возможности принимать ложные решения к дальнейшей реализации, то получится работа так называемого «жадного» алгоритма, т. е. будет принят такой механизм, при котором по плохому решению про-

должение вообще будет аннулировано. В нашем же алгоритме имитации отжига, наоборот, существует шанс на реализацию и плохих решений. Но какой шанс (вероятность), что этот алгоритм задействует такое (плохое) решение?

Для его нахождения будем вычислять некую критическую величину и сравнивать ее со случайно выбранным числом из интервала от 1 до 100 (потому что мы приняли коэффициент 100 усл. ед.). Обозначим эту величину в виде формулы вероятности (которая базируется на законе термодинамики):

$$P^* = 100 e^{-\frac{\Delta S}{T}},$$

где P^* — вероятность этапа, ΔS — приращение длины, T — температура данного этапа, $e \approx 2,71826...$

Величина температуры T нового ($k + 1$)-го этапа будет постоянно снижаться, и рассчитываться она будет по формуле:

$$T_{k+1} = \alpha T_k,$$

где α — коэффициент, который меньше единицы, T_k — предыдущая температура (k -го этапа).

Для простоты дальнейшего рассуждения примем эту величину $\alpha = 0,5$ (т. е. температура на каждом этапе будет падать наполовину). Если вначале у нас условно температура была 100 °С, то на первом этапе она уменьшится до 50 °С, а на втором — до 25 °С, на третьем — до 12,5 °С, затем — до 6,25 °С и т. д.

Правило гласит, что *если $\Delta S < 0$, то мы всегда должны выбрать для продолжения лучшее решение.*

Рассчитаем вероятность для нашего второго этапа (для первого этапа не было необходимости выполнять такой расчет).

$$P^* = 100 e^{-\frac{\Delta S}{T}} = 100 e^{-\frac{9}{50}} = 83,53.$$

Что же нам с этим числом делать?

Дело в том, что нам требуется еще один (третий) генератор случайных чисел. Вот мы его и запускаем (крутим рулетку). Она выбирает значения из интервала от 1 до 100. К примеру, пусть выпало число 69 ($P_k = 69$, где $k = 2$).

Если получится, что $P^* > P_k$, то все в порядке, и мы продолжаем работать с этим маршрутом V_2 , но если $P^* < P_k$, то тогда *нужно вернуться к предыдущему этапу расчета* суммы длины маршрута (у нас это $S_1 = 153$).

Понятно, что чем выше температура T (т. е. выбран более ранний этап рассмотрения), тем больше вероятность выбора вариантов (в том числе и плохих).

Учитывая сказанное, пройдем еще один этап вычисления — третий. Запускаем второй генератор случайных чисел и случайным образом выбираем смену позиций вершин для нашего «плохого» варианта $S_2 = 162$ для вектора $V_2 = [1, \mathbf{3}, \mathbf{4}, 6, 2, 5, 1]$.

Пусть случайным образом рулетка заставляет сменить 2-й и 3-й элементы (т. е. 3-ю и 4-ю вершины мотиваций):

$$V_3 = [1, \mathbf{4}, \mathbf{3}, 6, 2, 5, 1].$$

Снова находим длину, но уже третьего маршрута:

$$\begin{aligned} S_3 &= L_{1,4} + L_{4,3} + L_{3,6} + L_{6,2} + L_{2,5} + L_{5,1} = \\ &= 37 + 26 + 25 + 15 + 42 + 21 = 166. \end{aligned}$$

Маршрут опять удлинился (ухудшился):

$$\Delta S = S_3 - S_2 = 166 - 162 = 4.$$

Рассчитываем для этого этапа вероятность:

$$P^* = 100 e^{-\frac{\Delta S}{T}} = 100 e^{-\frac{4}{25}} = 85,21.$$

Дальше снова запускаем третий генератор случайных чисел (крутим игральную рулетку) и получаем, к примеру, случайное число 87. Так как $85,21 < 87$, то это число не попадает в необходимый диапазон, следовательно, последний маршрут не принимается в качестве очередного, и алгоритм возвращается к предыдущему маршруту $V_2 = [1, 3, 4, 6, 2, 5, 1]$, в котором меняем 5-й и 6-й элементы местами (т. е. 2-ю и 5-ю вершины мотивов) (с помощью рулетки — второго генератора случайных чисел). Получаем:

$$V_4 = [1, 3, 4, 6, 5, 2, 1].$$

Снова находим длину, но уже четвертого маршрута:

$$\begin{aligned} S_4 &= L_{1,3} + L_{3,4} + L_{4,6} + L_{6,5} + L_{5,2} + L_{2,1} = \\ &= 35 + 26 + 23 + 27 + 42 + 14 = 167. \end{aligned}$$

Маршрут опять удлинился (ухудшился):

$$\Delta S = S_4 - S_2 = 167 - 162 = 5.$$

Уменьшаем температуру до 12,5 и вычисляем вероятность P^* :

$$P^* = 100 e^{-\frac{\Delta S}{T}} = 100 e^{-\frac{5}{12,5}} = 67,03.$$

Но поскольку $67,03 < 69$ (правое число найдено с помощью рулетки), то маршрут V_4 не принимается. Таким образом, *после четырех циклов алгоритма имитации отжига окончательно выбирается маршрут V_2 с длиной 162.*

Обсуждение

Сравнивая общую сумму всей длины переходов исходного цикла с предыдущими суммами циклов, можно за определенное число таких итераций (прогонов) получить наилучшие, в совокупности наиболее значимые обходы вершин мотивов, где их суммарная наименьшая весовая величина даст наиболее эффективную иерархию отрицательных составляющих мотивов. Таким же способом можно найти и *положительную составляющую мотивов*, только алгоритм необходимо переориентировать на поиск наибольшей суммы близости в иерархической системе мотивов.

Алгоритм имитации отжига для управления мотивационной сферой обучаемого нами был реализован в компьютерной программе Maple [21, с. 89]. Многочисленные испытания показали, что процесс нахождения оптимальной последовательности наиболее значимых наборов мотивов обучения может занять значительное время. Очень важным здесь остается то, что популяция решений очень редко вырождается к плохому варианту и всегда приводит к достаточно приемлемому, «хорошему» решению, несмотря на тройной вероятностный характер его реализации (ведь были задействованы три независимые рулетки).

Заключение

Использование идей искусственного интеллекта на основе алгоритма имитации отжига дает возможность обоснованно учитывать многофакторные зависимости между основными мотивами учебной деятельности и правильно определять их наилучшую иерархическую структуру.

Вычисляя динамическую иерархию учебных мотивов, можно на практике эффективно управлять проявлением мотивационных механизмов в учебной деятельности и продуктивно руководить саморегуляцией поведения студента, получая при этом высокий обучающий результат.

Список использованных источников

1. Wing J. M., Stanzone D. Progress in Computational Thinking, and Expanding the HPC Community // Communications of the ACM. 2016. Vol. 59. No 7. P. 10–11.
2. Muchtarom M. The Implementation of Integrated Education to Develop the Intact Personality of Students // The New Educational Review. 2016, Vol. 43. Is. 13. P. 78–91. DOI: 10.15804/tner.2016.43.1.12
3. Занюк С. Психология мотивации. Киев: Ника-Центр; Эльга-Н, 2001. 352 с. (Серия «Новейшая психология». Вып. 7.)
4. Саукова Н. М. Психолого-педагогические аспекты обучающей системы с элементами искусственного интеллекта в подготовке студентов-музыкантов // Стандарты и мониторинг в образовании. 2009. № 2 (64). С. 43–46.
5. Андреев А. А. Педагогика в информационном обществе, или электронная педагогика // Высшее образование в России. 2011. № 11. С. 113–117.
6. Дмитриев Д. С., Соловова Н. Д. Подготовка преподавателя вуза к применению средств электронного обучения как первый шаг развития цифровой педагогики // Образовательные технологии и общество. 2016. Т. 22. № 2. С. 524–537.
7. Стариченко А. Е., Сардак Л. В. Применение современных технических средств обучения в e-learning // Педагогическое образование в России. 2014. № 2. С. 143–145.
8. Божович Л. И. Избранные психологические труды / под ред. Д. И. Фельдштейна. М.: Междунар. пед. акад., 1995. 209 с.
9. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер, 2011. 512 с.
10. Маркова А. К., Матис Т. А., Орлов А. Б. Формирование мотивации учения. М.: Просвещение, 1990. 192 с.
11. Бобровицкая С. В. Некоторые особенности мотивации поступления в педагогический вуз // Психологическая служба образования: Материалы докладов конференции в г. Сочи. СПб., 1997. С. 37–40.
12. Печников А. П., Мухина Г. В. Особенности учебной мотивации курсантов юридических вузов МВД // Психология: итоги и перспективы: Тезисы научно-практической конференции. СПб., 1996. С. 67–72.
13. Рахматуллина Ф. М. Мотивационная основа учебной деятельности и познавательной активности личности: Психологическая служба в вузе. Казань, 1981. 262 с.
14. Вайсман Р. С. Развитие мотивационной сферы человека в старшем возрасте: автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 1973. 16 с.
15. Леонтьев В. Г. Мотивация и психологические механизмы ее формирования. Новосибирск: Новосибирский полиграфкомбинат, 2002. 264 с.
16. Gendron B. Emotional capital: the set of emotional competencies as professional and vocational skills in emotional works and jobs // Revista espanola de educacion comparada. 2017. Vol. 29. P. 44–61. DOI: 10.5944/reec.29.2017.17433

17. Дараган А. Д., Андриевский А. В. Формирование обучающих выборок для реализации процедур обучения интеллектуальных систем образовательного назначения // Педагогическая информатика. 2012. № 2. С. 113–117.

18. Манако А. Ф., Синуца К. М. ИКТ в обучении: взгляд сквозь призму трансформаций // Образовательные технологии и общество. 2012. Т. 15. № 3. С. 392–414.

19. Piaw C. Y. Establishing a Brain Styles Test: The YBRAINS Test // Procedia — Social and Behavioral Sci-

ences. 2011. Vol. 15. P. 4019–4027. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.04.407

20. Савченков А. В. Экстремальная педагогика как фактор формирования эмоциональной устойчивости педагога // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2018. Т. 8. № 5. С. 22–37. DOI: 10.15293/2226-3365.1805.02

21. Курсанов М. Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 168 с.

REALIZATION OF IDEAS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE FINDING OF HIERARCHY OF MOTIVES OF TRAINING

M. G. Koliada¹, T. I. Bugayova¹

¹ Donetsk National University, Ukraine
283100, Ukraine, Donetsk, ul. Shchorsa 17

Abstract

The hierarchy of learning motives plays an extremely important role for a management of productive activity of learners, their activity and purposefulness. In the process of educational work, such a motivational hierarchy is formed, where some motives are dynamic mechanisms of other motives that are very difficult to identify at the intuitive level, especially considering the influence of each of them. Therefore, to determine the most significant hierarchical sequence of motives, an innovative method was proposed which is based on the ideas of artificial intelligence. As an example, the search was implemented based on the so-called algorithm of imitation roasting, which is capable to take into account the probabilistic nature of motivational indicators. The article highlights the main leading educational motives of students, on the basis of which the “mechanism” of finding their optimal hierarchical system is shown, and one that simultaneously takes into account the multifactorial influence of their driving causes, taking into account their interconnection, interaction and dynamism. A step-by-step realization of construction of such a hierarchical system of main educational motives in combination with casual, minor motives which are difficult for expecting or providing in advance is shown. Given their unpredictability and probabilistic nature of occurrence, the proposed system of intelligent search allows you to select exactly those sequences of motives that provide the highest productivity and effectiveness of training. The value of the proposed algorithm of imitation roasting is that the accuracy of the result is sacrificed, but the number of iteration cycles decreases, which plays a large role in processing a significant number of motivational indicators.

Keywords: motive, motivation of training, hierarchy of motives, the mechanism of dynamic balance, artificial intelligence, algorithm of imitation roasting.

DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-12-19

For citation:

Koliada M. G., Bugayova T. I. Realizatsiya idej iskusstvennogo intellekta dlya nakhozheniya ierarhii motivov obucheniya [Realization of ideas of artificial intelligence for the finding of hierarchy of motives of training]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 10, p. 12–19. (In Russian.)

Received: October 5, 2018.

Accepted: November 20, 2018.

About the authors

Mykhailo G. Koliada, Advanced Doctor in Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Engineering and Computational Pedagogic Department, Donetsk National University, Ukraine; kolyada_mihail@mail.ru.

Tetyana I. Bugayova, Ph.D. of Pedagogical Sciences, Docent, Associate Professor at Engineering and Computational Pedagogic Department, Donetsk National University, Ukraine; bugaeva_tatyana@mail.ru

References

1. Wing J. M., Stanzione D. Progress in Computational Thinking, and Expanding the HPC Community. *Communications of the ACM*, 2016, vol. 59, no. 7, p. 10–11.

2. Muchtarom M. The Implementation of Integrated Education to Develop the Intact Personality of Students. *The New Educational Review*, 2016, vol. 43, no. 13, p. 78–91. DOI: 10.15804/tner.2016.43.1.12

3. Zanjuk S. Psihologija motivacii [Motivation psychology]. Kiev, Nika-Centr; Jel'ga-N, 2001. 352 p. (In Russian.)

4. Saukova N. M. Psihologo-pedagogicheskie aspekty obuchajushchej sistemy s elementami iskusstvennogo intellekta v podgotovke studentov-muzykantov [Psychological and pedagogical aspects of training system with artificial intelligence elements in preparation of students-musicians]. *Standarty i monitoring v obrazovanii — Standards and Monitoring in Education*, 2009, no. 2 (64), p. 43–46. (In Russian.)

5. Andreev A. A. Pedagogika v informatsionnom obshchestve, ili elektronnaja pedagogika [Pedagogy in the information society]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 2011, no. 11, p. 113–117. (In Russian.)

6. Dmitriev D. S., Solovova N. D. Podgotovka prepodavatelya vuza k primeneniju sredstv elektronnoho obucheniya kak pervyj shag razvitiya tsifrovoy pedagogiki [Preparation of the teacher of high school to application of means of electronic training as the first step of development of digital pedagogics]. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshchestvo — Educational Technologies and Society*, 2016, vol. 22, no. 2, p. 524–537. (In Russian.)

7. Starichenko A. E., Sardak L. V. Primenenie sovremennykh tekhnicheskikh sredstv obucheniya v e-learning [Modern technical teaching aids in e-learning]. *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii — Pedagogical Education in Russia*, 2014, no. 2, p. 143–145. (In Russian.)

8. *Bozhovich L. I.* Izbrannye psihologicheskie trudy [The selected psychological works]. Moscow, Mezhdunar. ped. akad., 1995. 209 p. (In Russian.)

9. *I'in E. P.* Motivacija i motivy [Motivation and motives]. Saint-Petersburg, Piter, 2011. 512 p. (In Russian.)

10. *Markova A. K., Matis T. A., Orlov A. B.* Formirovanie motivacii uchenija [Formation of learning motivation]. Moscow, Prosveshhenie, 1990. 192 p. (In Russian.)

11. *Bobrovichaja S. V.* Nekotorye osobennosti motivacii postuplenija v pedagogicheskij vuz [Some features of motivation of receipt in a pedagogical university]. *Psihologicheskaja sluzhba obrazovaniya: Materialy dokladov konferencii v g. Sochi [Proc. Conf. "Psychological Service of Education"]*. Saint-Petersburg, 1997, p. 37–40. (In Russian.)

12. *Pechnikov A. P., Muhina G. V.* Osobennosti uchebnoj motivacii kursantov juridicheskikh vuzov MVD [Features of educational motivation of cadets of law schools of the Ministry of Internal Affairs]. *Psihologija: itogi i perspektivy. Tezisy nauchno-prakticheskoy konferencii [Proc. Conf. "Psychology: results and prospects"]*. Saint-Petersburg, 1996, p. 67–72. (In Russian.)

13. *Rahmatullina F. M.* Motivacionnaja osnova uchebnoj dejatel'nosti i poznavatel'noj aktivnosti lichnosti: Psihologicheskaja sluzhba v vuze [Motivational basis of educational activities and cognitive activity of the individual: Psychological service at the university]. Kazan, 1981. 262 p. (In Russian.)

14. *Vaisman R. S.* Razvitie motivacionnoj sfery cheloveka v starshem vozraste. Avtoref. dis. kand. psihol. nauk. [Development of motivational sphere of the person at advanced age. Ph.D. (Psychology) Thesis]. Moscow, 1973. 16 p. (In Russian.)

15. *Leontiev V. G.* Motivacija i psihologicheskie mehanizmy ee formirovaniya [Motivation and psychological

mechanisms of its formation]. Novosibirsk, Novosibirskij poligrafkombinat, 2002. 264 p. (In Russian.)

16. *Gendron B.* Emotional capital: the set of emotional competencies as professional and vocational skills in emotional works and jobs. *Revista espanola de educacion comparada*, 2017, vol. 29, p. 44–61. DOI: 10.5944/reec.29.2017.17433

17. *Daragan A. D., Andrievskiy A. V.* Formirovanie obuchajushchih vyborok dlja realizatsii protsedur obuchenija intellektualnyh sistem obrazovatel'nogo naznachenija [Formation of training samples for realization of procedures of training of intellectual systems of educational appointment]. *Pedagogicheskaya informatika — Pedagogical Informatics*, 2012, no. 2, p. 113–117. (In Russian.)

18. *Manako A. F., Sinita K. M.* IKT v obuchenii: vzgljad skvoz prizmu transformatsy [ICT in training: A sight through a prism of transformations]. *Obrazovatel'nye tekhnologii i obshhestvo — Educational Technologies and Society*, 2012, vol. 15, no. 3, p. 392–414. (In Russian.)

19. *Piaw C. Y.* Establishing a Brain Styles Test: The YBRAINS Test. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*, 2011, vol. 15, p. 4019–4027. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.04.407

20. *Savchenkov A. V.* Ekstremalnaja pedagogika kak faktor formirovaniya emotsionalnoj ustojchivosti pedagoga [Extreme pedagogics as a factor for enhancing emotional stability of teachers]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta — Bulletin of Novosibirsk State Pedagogical University*, 2018, vol. 8, no. 5, p. 22–37. (In Russian.) DOI: 10.15293/2226-3365.1805.02

21. *Kirsanov M. N.* Grafy v Maple. Zadachi, algoritmy, programmy [Graphs in Maple. Tasks, algorithms, programs]. Moscow, FIZMATLIT, 2007. 168 p. (In Russian.)

НОВОСТИ

Trend Micro выпустила прогноз кибербезопасности на 2019 год

Компания Trend Micro Incorporated опубликовала отчет MAPPING THE FUTURE, в котором представила прогноз ключевых угроз и тенденций кибербезопасности в 2019 году: от мобильных устройств и IoT до облака.

Фишинговые атаки по электронной почте станут самой распространенной угрозой как среди потребителей, так и бизнеса. На подъеме находятся все типы атак по электронной почте, будь то использование вредоносной ссылки, вложения или проведение целевых ВЕС-атак (компрометация деловой переписки), которые содержат определенные текстовые сообщения-ловушки. С 2015 года количество фишинговых URL-адресов, заблокированных Trend Micro, увеличилось почти на 3800 %. В то же время обнаружение наборов эксплойтов за тот же период сократилось на 98 %.

В следующем году в информационном пространстве появится больше неизвестных киберугроз, что усилит потребность в многоуровневом подходе к кибербезопасности. Корпоративные сети предприятий должны быть надежно защищены от новых и существующих видов атак.

Краткое резюме отчета Trend Micro по всем сегментам рынка, для которых существуют киберриски, представлено ниже.

Потребитель: атаки при помощи социальной инженерии заменят распространение эксплойтов; аккаунты знаменитостей будут подвергаться атакам типа Watering Hole; продолжится массовое использование украденных учетных данных.

Бизнес: предоставление возможности сотрудникам работать из дома может обернуться угрозой для безопасности предприятий, в частности благодаря росту популярности концепции BYOD; регуляторы GDPR (общий регламент по защите данных) оштрафуют первого «громкого» нарушителя на полные 4 % оборота; компаниям придется переосмыслить ценность операций по сбору и анализу данных пользователей, пресущих текущим рекламным моделям, так как такое нарушение будет дорого стоить; автоматизация станет новым препятствием в компрометации бизнес-процессов.

Государства: борьба с поддельными новостями будет разворачиваться под давлением различных предвыборных гонок; усиление регулирующего надзора; в центре внимания — конфиденциальность личной жизни и IoT.

Индустрия безопасности: киберпреступники будут использовать больше скрытых методов атак; получат распространение целенаправленные атаки, в том числе с помощью искусственного интеллекта.

Облачная инфраструктура: неправильная настройка параметров безопасности во время миграции в облако приведет к большему количеству утечек данных; облако будет использоваться для майнинга криптовалют.

Умные дома: киберпреступники будут бороться за доминирование в «войне червей» для IoT-устройств; появятся первые случаи, когда пожилые люди станут легкими жертвами атак через IoT и медицинские смарт-устройства.

(По материалам CNews)