DOI 10.37882/2223–2966.2022.01.20

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАНДИДАТОВ НА ДОЛЖНОСТЬ В ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Лукьянов Леонид Михайлович
Аспирант, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
lev06191972@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования заключается в разработке подхода к компьютерному тестированию кандидатов на должность в организации с применением технологии искусственных нейронных сетей. Обозначена проблема возрастающей сложности поиска наиболее эффективных кандидатов на должность в настоящее время, в связи с превышением спроса над предложением на рынке труда. Проанализированы существующие нейросетевые подходы к оценке кандидатов на должность. Описан подход к компьютерному тестированию кандидатов на должность в организации, использующий технологию искусственных нейронных сетей для непосредственной оценки результатов тестирования, который учитывает не только корректность ответов на вопросы, но и характер прохождения теста кандидатом. Описан набор входных данных о прохождении кандидатом теста, который учитывается разрабатываемой системой. Описан алгоритм обработки результатов тестирования. Также описан набор выходных данных, отражающих степень соответствия кандидата требованиям той должности, на которую он претендует.

Ключевые слова: тестирование, кандидат на должность, оценка эффективности, нейронные сети.

COMPUTER TESTING OF CANDIDATES FOR JOB POSITION BASED ON NEURAL NETWORKS

L. Lukyanov

Summary. The purpose of the study is to develop an approach to computer testing of candidates for a position in an organization using artificial neural networks technology. The problem of the increasing complexity of finding the most effective candidates for a position at the present time, due to the excess of demand over supply in the labor market, is outlined. The existing neural network approaches to assessing candidates for a position have been analyzed. An approach to computer testing of candidates for a position in an organization is described, which uses the technology of artificial neural networks for direct assessment of test results, which takes into account not only the correctness of answers to questions, but also the nature of the candidate passing the test. The set of input data on passing the test by the candidate is described, which is taken into account by the developed system. An algorithm for processing test results is described. It also describes a set of outputs reflecting the degree to which a candidate meets the requirements of the position for which he is applying.

Keywords: testing, candidate for a position, performance assessment, neural networks.

Введение

Как только человечество изобрело наёмный труд, работодатели начали стремиться к поиску лучших кандидатов на вакантные должности. Также работодателей заботило то, насколько качественно выполняют свои обязанности уже нанятые сотрудники. Эти вопросы привели к разработке методик оценки кандидатов на должность, а также действующих сотрудников организаций. Среди наиболее популярных методик можно выделить анализ портфолио, собеседование и анкетирование.

Портфолио представляет собой перечень достижений кандидата, на основании которых можно судить о его профессиональной пригодности. Достижения должны быть документально оформлены, либо в устной форме с возможностью их подтверждения. В требованиях к должности может быть указан требуемый список достижений кандидата на должность, без кото-

рого его кандидатура не будет рассматриваться, также иногда обозначаются необязательные достижения, которые, тем не менее, являются преимуществом при найме.

Анкетирование — это метод сбора данных о кандидате с помощью заранее сформированного списка вопросов.

Собеседование представляет собой метод сбора данных о кандидате посредством диалога с представителем организации, называемого интервьюером. Интервьюер может задавать как устные вопросы, так и проводить тестирование кандидата на предмет выявления его знаний, умений и навыков. Зачастую используется комбинация всех этих трёх методов.

Традиционно оценка эффективности кандидатов проходила по большей части вручную. Однако в настоящее время наблюдается повышенное предложение на рынке труда, в связи с чем, поиск квалифицированных кадров становится всё более затруднительным [1]. Таким образом, поиск нужных кандидатов ручными методами становится всё более сложной задачей.

С развитием компьютерных технологий появились новые способы оценки эффективности кандидатов на должность и действующих сотрудников. Например, начало активно внедряться компьютерное тестирование, электронные резюме и онлайн-собеседования. Новый виток развития технологий оценки эффективности сотрудников и кандидатов начался с развитием искусственных нейронных сетей. Однако при этом до сих пор не выработан общепринятый подход к тестированию кандидатов на должность на основе нейросетевых технологий, о чём говорят результаты последних научных исследований в данной области.

Целью данного исследования является описание подхода к компьютерному тестированию кандидатов на должность и оценки результатов этого тестирования с применением технологии искусственных нейронных сетей (ИНС). При этом необходимо понимать, что отнюдь не для каждой профессии целесообразно организовывать компьютерное тестирование кандидатов на должность. Так в рамках данного исследования будет рассматриваться компьютерное тестирование исключительно категории работников интеллектуального труда. Определение термина «работник интеллектуального труда» детально рассмотрено в [5]. Выбор такой категории обусловлен тесной связью подобных работников с информационными технологиями: необходимостью обрабатывать информацию, создавать новую информацию на основе имеющихся данных, используя способности мышления.

1. Описание структуры компьютерного теста

Кандидат на должность должен пройти тест, представленный в виде компьютерной программы. Тест представляет собой совокупность вопросов, ответы на которые прямо или косвенно выявляют компетентность кандидата и его личностные качества. Администратор тестов — лицо, отвечающее за формирование тестовых вопросов, осведомленное о том, какая область деятельности у организации и какие компетенции необходимо проверять у кандидатов на ту или иную должность. Допускаются вопросы различных типов, к которым относятся следующие:

- вопросы с выбором единственного ответа;
- вопросы с выбором нескольких ответов;
- вопросы с вводом правильного ответа;
- вопросы с развёрнутым ответом;
- сопоставление.

Вопросы с выбором единственного ответа предполагают, как следует из названия, выбор только одного верного ответа из всех представленных ответов на вопрос. Вопросы с выбором нескольких ответов подразумевают от одного и более верных ответов. При желании администратор тестов может обозначить все ответы как правильные, однако верных ответов должно быть не менее одного.

Вопросы с вводом правильного ответа предполагают ввод текстовой информации в специальное поле ввода. Далее введённая информация проверяется на соответствие с эталонным ответом. В случае, если правильный ответ на тестовый вопрос может быть сформулирован несколькими способами, допускается указание нескольких возможных вариантов эталонного ответа. В таком случае сравнение проходит с каждым эталонным ответом до тех пор, пока не будет найдено совпадение.

Вопрос с развёрнутым ответом является разновидностью вопроса с вводом ответа за тем исключением, что у первого эталонный ответ отсутствует.

Сопоставление представляет собой задание на определения соответствий между элементами двух различных множеств X и Y. Элементу из множества X соответствует только один элемент из множества Y, притом размер множества X может быть больше размера множества Y, однако не рекомендуется делать подобное различие больше, чем на два элемента. Кандидат должен указывать, какому элементу множества Y соответствует тот или иной элемент множества X.

Общее количество тестовых вопросов, количество вопросов того или иного типа, а также содержание вопросов определяется администратором тестов.

Группа вопросов может быть сгруппирована в один раздел. При открытии раздела кандидату на мониторе отображаются сразу все вопросы из данного раздела. Открыть раздел можно как беспрепятственно, так и после выполнения определённого процента заданий в другом или в других разделах. Все эти условия задаются администратором тестов.

Кандидат проходит тест, используя клавиатуру и мышь в качестве устройств ввода.

2. Измеряемые параметры теста

После завершения тестирования кандидата мы имеем набор данных, описывающих характер прохождения теста. Каждый из параметров необходимо представить в виде числового значения для последующей обработки искусственной нейронной сетью. Ниже представлено описание всех подобных параметров.

Удельный вес тестового вопроса. Каждому из вопросов присваивается удельный вес. Удельный вес представляет собой некий числовой коэффициент, означающий баллы, которые получает кандидат в случае верного или частично верного ответа на вопрос. Удельный вес присваивается каждому вопросу администратором тестов. Допустимый диапазон весов — от 1 до 11. Администратор тестов может назначить любой из доступных весов для любого из вопросов, однако каждому вопросу обязательно должно быть присвоено хотя бы одно значение веса.

Процент выполнения теста. Пусть d_i — баллы, полученные за i-ый вопрос теста, d_t — максимально возможная сумма баллов за весь тест, n — число тестовых вопросов. Тогда процент выполнения теста вычисляется по формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{d_t} \quad (1)$$

Является главной характеристикой оценки кандидата по результатам тестирования, поскольку напрямую связана с проверкой знаний, умений и навыков кандидата.

Время тестирования. Временем тестирования считается промежуток времени в секундах, определяемый как разница между ожидаемым временем выполнения теста, заданным в настройках администратором тестов (t_a), и фактическим временем прохождения теста кандидатом (t_e).

$$T = t_e - t_a \quad (2)$$

Существует два возможных сценария развития действий в случае, если кандидат не закончил выполнение теста за отведённое ему время. В первом сценарии выполнение теста принудительно завершается, и происходит подсчёт баллов только по тем вопросам, на которые кандидат успел дать ответ. Во втором сценарии кандидат по-прежнему может выполнять тест, однако ему будут начисляться, так называемые, штрафные баллы за превышение заданного времени выполнения теста. В обоих случаях фиксируется невыполнение кандидатом теста за отведённый срок в булевой переменной, которая подаётся на вход искусственной нейронной сети. Администратор тестов выбирает любой из этих сценариев при проектировании теста.

В случае если кандидат слишком быстро справился с заданием, и при этом он давал верные ответы на большинство тестовых вопросов, появляется подозрение в списывании ответов. Здесь возможны два сценария. В первом сценарии кандидату будет предложено ответить на дополнительный вопрос, аналогичный любому из тех, на которые был дан ответ за промежуток времени. Дополнительный вопрос составляется администратором тестов. Дополнительные вопросы могут быть заданы кандидату только в приведённом случае. Во втором сценарии кандидат проходит тест в обычном режиме, но сотруднику отдела кадров выводится сообщение о возможном списывании кандидатом ответов. Далее сотрудник отдела кадров должен самостоятельно решить вопрос возможного списывания.

Отклонение от заданного администратором тестов порядка ответов на вопросы. Администратор тестов группирует тестовые задания в определённом порядке. Однако кандидат не обязан ему следовать и волен отвечать на тестовые вопросы в любом, удобном ему порядке. Данный параметр определяет характер ответов на тестовые вопросы, уникальный для конкретного кандидата. Параметр является комплексным и представляется в виде отдельных компонентов, отражающих различные зависимости между порядком ответа на вопросы и следующих компонентов:

Объём печатных знаков в формулировке. Представлен в виде дискретной функции, где в качестве независимой переменной выступает очерёдность ответа на вопрос, в качестве зависимой переменной — число печатных знаков в формулировке вопроса. Далее вычисляется средняя величина промежутков монотонного возрастания функции. Если кандидат изменил ответ на один из вопросов, то значение функции для данного вопроса переносится в конец временного ряда со своего изначального положения.

Вопросы определённого типа. Принцип измерения этой характеристики отличается, он аналогичен предыдущему, только вместо зависимой переменной

используется метка, означающая тип тестового вопроса.

Характер движения компьютерной мыши. Поскольку в ходе решения теста предполагается использование компьютерной мыши, можно анализировать данные о перемещениях курсора мыши на мониторе компьютера. Представлен в виде трёхмерной функции, где в качестве независимой переменной выступает время, а в качестве зависимых — относительные координаты мыши на экране. Вычисляется длина вектора координат в каждую секунду с начала и до конца прохождения теста по следующей формуле:

$$l = \sqrt{t_i^2} + x_i^2 + y_i^2 \quad (3)$$

где t — время в секундах, прошедшее с начала теста, x — нормализованная координата монитора по оси абсцисс, y — нормализованная координата монитора по оси ординат.

Для совокупности измерений длин этих векторов вычисляются статистики: среднее арифметическое, медиана, минимальное и максимальное значение, дисперсия.

3. Искусственная нейронная сеть

3.1. Структура

После завершения тестирования и извлечения необходимых параметров, происходит обработка полученных результатов с помощью искусственной нейронной сети (ИНС).

ИНС представляет из себя совокупность элементарных сущностей, узлов, в рамках которых хранятся числовые данные, а также каналов связи между ними, по которым данные передаются от одного узла к другому. Каждый из узлов выполняет определённую роль. В зависимости от этой роли узлы разделены на уровни, называемые слоями. В ИНС, используемой в настоящей работе, присутствуют следующие слои:

- **Входной слой**. Узлы, в которых записаны данные, подаваемые на вход, представленные в численном виде;
- **Скрытый слой**. Узлы, в которых записаны данные, полученные непосредственно после обработки входных данных;
- **Выходной слой**. Узлы, в которых записаны выходные данные ИНС.

Также в ИНС присутствуют каналы связи между узлами различных слоёв. Узлы одного слоя друг с другом не связаны. Каждому каналу связи присваивается определённое число, называемое весовым коэффициентом.

3.2. Обработка данных

Данные, записываемые в узлы скрытого слоя и выходного слоёв, вычисляются по формуле

$$S = \sum_{i=1}^{n} x_i \omega_i \quad (4)$$

где n — число входов узла, x_i — значение i-го входа узла, ω_i — вес i-го связи.

Полученное значение S подаётся на вход сигмоидальной функции

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-ax}} \quad (5)$$

где a — константа, задаваемая произвольным образом в диапазоне (0, 1).

После чего значение функции передаётся далее в узлы следующего слоя или непосредственно на выход ИНС.

Данные, находящиеся в каждом узле, умножаются на весовые коэффициенты соответствующего канала связи. После чего полученные результаты суммируются и передаются в следующий слой в соответствии с каналами связи.

3.3. Обучение ИНС

Для того чтобы нейронная сеть смогла выносить решения на основании поданных на вход данных, необходимо провести предварительную настройку параметров нейронной сети, называемую обучением ИНС. Обучение ИНС — это процесс корректировки её весовых коэффициентов, после которого ИНС должна выдавать более точные результаты. Изначально весовые коэффициенты ИНС задаются случайным образом в диапазоне (от чего? до чего?), однако в процессе обучения коэффициенты изменяются, в результате чего работа ИНС будет более точной.

Существуют различные подходы к обучению ИНС, в том числе метод обучения «с учителем». Данный метод представляет собой разновидность контролируемого обучения ИНС. Суть метода заключается в том, что результаты обучения ИНС контролируются на предмет соответствия определённым требованиям качества. А поскольку сама методика оценки знаний, умений и навыков кандидата на должность в организации основывается на сравнении неких характеристик кандидата с эталонными значениями, то использование обучения ИНС «с учителем» в рамках данной работы видится наи-

более рациональным. Рассмотрим подробнее принцип обучения ИНС с учителем.

Достигается это следующим образом. Формируются комбинации входных данных и соответствующих им наборов выходных данных. Далее каждый из наборов входных данных проходит обработку нейронной сетью. Полученный результат сравниваются с ожидаемым набором выходных данных. В случае расхождения результатов происходит корректировка весовых коэффициентов ИНС по алгоритму обратного распространения ошибки.

Алгоритм обратного распространения ошибки позволяет производить корректировку весовых коэффициентов ИНС в случае несоответствия фактических и ожидаемых выходных данных для данного набора входных данных.

$$E(\omega) = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{p}(y_i - d_i)^2 \quad (6)$$

где y_j — значение j-го выхода нейросети, d_j — целевое значение j-го выхода, p — число узлов в выходном слое.

3.4. Выходные данные ИНС

На выходе ИНС выдаёт следующий набор данных:

Эффективность. Числовой параметр, определяющий общую эффективность кандидата на основе результатов выполнения заданий компьютерного тестирования. Представлен в диапазоне [0, 1].

Компетентность. Числовой параметр, определяющий степень выраженности у кандидата навыков, необходимых для выполнения предстоящих рабочих задач. Представлен в диапазоне [0, 1].

Раздражительность. Числовой параметр, определяющий степень психической раздражительности кандидата. Измерение раздражительности нужно для прогнозирования того, насколько часто кандидат будет проявлять повышенную психическую активность.

Заключение

Описан способ оценки результатов тестирования кандидатов на должность в организации на основании технологии ИНС. Проработаны необходимые входные данные тестирования. Сформулирован набор выходных данных, на основании которых возможно принятия решения о предоставлении кандидату на должность предложения о сотрудничестве. Исследование имеет практическую значимость, состоящую в выработке способа тестирования кандидатов и оценки результатов данного тестирования, которые могут найти применения в организациях, заинтересованных в найме новых сотрудников. Однако для реализации всего потенциала данной технологии необходимо провести дополнительные исследования, направленные на увеличение числа входных параметров ИНС, в том числе, параметров, связанных с портфолио и анкетированием кандидата, что в теории способно дать прирост точности определения эффективности кандидатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дефицит специалистов на рынке труда в 2019 году [Электронный ресурс]: заметка / URL: https://center-yf.ru/data/Kadroviku/deficit-specialistov-na-rynke-truda-v-2019-godu.php (дата обращения: 08.10.2021)
2. Розенблатт Ф. Принципы нейродинамики: Перцептроны и теория механизмов мозга [Текст] Ф. Розенблатт. — М.: Мир, 1965. — 478 с.
3. Тибилова Т.М., Кузьмин В.А. Как качественно оценить человека. Настольная книга менеджера по персоналу [Текст]: руководство / Т.М. Тибилова, В.А. Кузьмин. — СПб: Питер, 2010. — 220 с.
4. Д. Келлехер, Б. Тирни Наука о данных. Базовый курс [Текст]: курс / Келлехер Д., Тирни Б. — М.: Альпина Паблишер, 2020. — 222 с.
5. Горбачевская Елена Николаевна, Леонидов Александр Владимирович Модель нейронной сети для рейтинговой оценки компетентности сотрудников // Вестник ВУиТ. 2015. № 1 (23).
6. Зинченко Алексей Алексеевич Количественное моделирование процесса подбора персонала // Управленческие науки. 2015. № 3.

© Лукьянов Леонид Михайлович (lev06191972@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»