

ОЦЕНКА ДОЛИ ЗНАНИЙ В ТЕСТОВОМ ЗАДАНИИ НА СОРТИРОВКУ ВАРИАНТОВ ПРИ ОБУЧАЮЩЕМ ТЕСТИРОВАНИИ

Осипов А. В.

ВГУ им П. М. Машерова, г. Витебск, Беларусь

Аннотация. Рассматривается способ оценки доли знаний при обучающем тестировании с использованием задания на сортировку вариантов. Обсуждается критерий правильности вычисления доли знаний в частично выполненных заданиях. Дается подробное математическое обоснование вычисления доли знаний и рекомендации по применению в обучающем тестировании.

Тестирование в настоящее время остается лидирующей формой контроля процесса обучения ввиду всех его преимуществ, связанных с автоматической обработкой результатов, недопущением двусмысленности, вмешательства человеческого фактора и пр. Однако главным недостатком этой формы проверки остается исключение творческой работы тестируемого, игнорирование его речевых навыков, умения нестандартно мыслить. Исправить положение призвано внедрением различных типов тестовых заданий: с вводом текстового ответа, ответом-формулой, табличным заданием, сопоставлением пар и др. Одно из таких новых типов заданий – задание на сортировку вариантов. Задача обучаемого – найти правильное расположение последовательности случайно представленных элементов.

Обучающее тестирование, в отличие от контрольного, несет в себе другие цели. Важно показать обучаемому, насколько он продвигается в усвоении и закреплении новых знаний, особенно, если запомнить предполагается не заранее известную постоянную последовательность, а генерируемую автоматически.

Учитывая то, что в процессе обучения важно не только оценить идеально правильный ответ, сравнив его с записанным ответом в базе данных, но и вычислить долю знаний в частично выполненном задании, проблема требует математического подхода к своему решению. В примерах будем применять задание с ответом «12345» и его возможные перестановки, например, «12534», где обучаемый неверно поставил 5-й элемент.

Исходная формула, которая рассчитывает, как влияет угадывание на выбор из n вариантов при доле знаний d , предложенная в [2], выглядит так:

$$p = d + \frac{1-d}{n} \quad (1)$$

Один вариант расположен всегда верно. Пусть p_2, p_3 – это вероятности правильного расположения в тестах, где есть два и три варианта. Тогда их вероятности вычисляются по формулам:

$$p_2 = d + \frac{1-d}{2}, \quad p_3 = d + \frac{1-d}{3} \quad (2)$$

Другие $n-k-1$ вариант пусть будут расставлены случайно

$$Q = \left(1 - \frac{d+1-d}{k}\right) \cdot (1 - \dots) = (1-d)^{n-k-1} \quad (3)$$

Этот расчет производится с точностью до нормирующего множителя.

Однако возникает неоднозначность при выборе критерия правильности. Изучим его возможные варианты:

1. Сколько элементов стоит на правильных позициях. Пусть в ответе «21345» их только 1, это 3-й ответ. По сути, это приводит задание на сортировку вариантов к заданию на сопоставление пар, где учитываются только правильные такие пары. Этот критерий не распознает то, что близко будут расположены элементы на правильных позициях.

2. Число верных пар, где номера различаются на 1 позицию в правильном результате. То есть вариант «34512» включает такие правильные пары как «34», «45» и «12».

3. Длина наибольшей серии правильно расположенных вариантов. То есть в порядке «23541» это «235» размером 3. Но этот критерий не будет учитывать положение пар, не вошедших в эту последовательность.

Недостатком подобных вариантов оценки является ограниченное число потенциальных значений и недостаточный учет информации. Альтернативной статистикой является число R перестановок значений, которое надо сделать, чтобы перевести ответ в заранее известный правильный. Пример: чтобы ответ «51234» привести к правильному ответу, необходимо 4 перестановки (пятерка последовательно передвигается вправо, обмениваясь позициями со своим соседом). Однако имеется две проблемы, которые необходимо решить прежде, чем применять данный критерий.

1. Статистика уменьшается при улучшении порядка при необходимости увеличения.

Решение:

Выполнить переход к доле, которая будет вычислена по формуле

$$S = \frac{n \cdot (n-1)}{2} - R \quad (4),$$

которая получает значения в том же промежутке и равна 0 при противоположном порядке. Тогда перестановка «54321» достигает максимального значения, равного $n(n-1)/2 = 5 \cdot 4/2 = 10$

2) Диапазон статистики S больше n и необходима новая трактовка критерия S , либо отображение в диапазон $[1...n]$.

Решение:

Произведем умножение:

$$T = \left(\frac{n \cdot (n-1)}{2} - R \right) \cdot \frac{2}{n} + 1 \quad (5),$$

Получаем, что статистика может принять нецелые значения. Выполним обобщение формулы числа верных ответов на не целое, дробное значение их числа. Идея заключается в обобщении факториала через Γ -функцию на дробные значения аргумента. Рассмотрим формулу для числа k верных ответов:

$$N = \left(d + \frac{1-d}{1}\right) \cdot \left(d + \frac{1-d}{2}\right) \cdot \dots \cdot \left(d + \frac{1-d}{k}\right) \cdot \left(d + \frac{1-d}{1}\right) \cdot (1-d)^{n-k} \quad (6)$$

Произведем тождественные преобразования:

$$T = \frac{(d+1) \cdot (2d+1) \cdot \dots \cdot ((k-1)d+1)}{K!}$$

$$T = D \cdot K \cdot \frac{\left(1 + \frac{1}{d}\right) \cdot \left(2 + \frac{1}{d}\right) \cdot \dots \cdot \left(k-1 + \frac{1}{d}\right)}{K!} \quad (7)$$

Введем Γ -функцию с использованием ее свойства:

$$\Gamma(x) = x \cdot \Gamma(x-1) \Rightarrow T = D^K \cdot \frac{\Gamma\left(k + \frac{1}{d}\right)}{\frac{\Gamma\left(1 + \frac{1}{d}\right)}{\Gamma(k)}} \quad (8)$$

Достоинства данной формулы: 1. Рациональное число для k – доли знаний. 2. Формула чувствительна к отклонениям положения пар ответов. 3. Прозрачность для логики 4. Результат просто вычисляется по одной формуле линейной к вычислению 5. Начальный элемент и его выбор не важны итоговой сортировке.

Формула дробных значений результата допускает использование и других статистик после их приведения в диапазон $[1...n]$, однако есть основание полагать, что критерий парных

перестановок согласуется с коэффициентом корреляции Кендалла в непараметрической статистике и является вполне удачным.

С целью недопущения переполнения при вычислениях с большим d применяли логарифм Γ -функции, с использованием асимптотической формулы [2, с 75]:

$$\ln(\Gamma(x)) = \text{LNG}(x + 7) - (\ln(x + 1) + \ln(x + 2) + \dots + \ln(x + 6)) \quad (9),$$

где LNG – формула приближения вычисления Γ -функции. [1]

Качественному изменению подверглась тестирующая программа «Сократ». В функционал ее был внедрен новый тип задания – сортировка вариантов, разработана обучающая инструкция и примеры выполнения заданий.

Для проведения исследовательского тестирования была создана база многоэтапных тестов по дисциплине «Основы информационных технологий». Разработка велась с использованием рекомендаций по построению таких систем [3].

Опытное тестирование с такими тестами проходило в ВГУ им. П. М. Машерова на кафедре ИиИТ. Получены статистические данные, позволившие на педагогических измерениях утверждать об актуальности и полезности данного подхода.

1. При обучающем тестировании нужно использовать новые формы контроля ответов для успешного усвоения знаний и эти новые формы требуют нового подхода к оценке частичной правильности.

2. Обучающее тестирование с заданиями на сортировку позволяет собирать преподавателю статистику о уровне сложности, как всех заданий, так и отдельных пунктов для более внимательного повторного их изучения с обучаемыми.

3. Обратная связь в заданиях на сортировку необходима и служит пополнению и уточнению базы заданий.

Литература

1. Абрамовиц, М. Н. Справочник по специальным функциям // М. Н. Абрамовиц., И. М. Стиган – М.: «Наука», 1979. – 832 с.
2. Бочкин, А. И. Об оценке доли знаний с помощью комбинаторных тестов / А. И. Бочкин, Н. С. Вислобокова // Информатика и образование. – 2004. – №11. – С. 66–68.
3. Аванесов, В. С. Основы теории разработки педагогических заданий // В. С. Аванесов // Педагогические Измерения. – 2004. – №1. С.15–21.
4. Самуйлов, С. В. Использование электронных средств контроля знаний в учебном процессе / С. В. Самуйлов // Телекоммуникации и информатизация образования. – 2002. – №5. С.109–112.