

Мотивационно-волевой компонент модели обучаемого и его применение в задаче управления учебным процессом

Motivation and willpower component of the student's model and its application to tutoring process control

Смирнова Н.В.

ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова

This paper describes the student's model motivation and willpower component and one of its possible applications. This component tracks student's psychological state and degree of rationality of student's actions during task solving process.

Введение

Модель обучаемого является важным компонентом интеллектуальной обучающей системы. Она может отражать не только текущий уровень знаний и умений обучаемого, но и психическое состояние обучаемого, а также степень рациональности организации его познавательной деятельности (соответствующий компонент модели будем называть мотивационно-волевым).

Модель обучаемого, включающая мотивационно-волевой компонент (МВК), может быть использована для выявления плохо проработанных мест учебного курса, для анализа качественного состава студентов, для интеллектуального управления учебным процессом и т.д.

Далее описывается процедура измерения МВК модели обучаемого, а также предлагается возможное применение МВК в задаче управления учебным процессом.

1. Процедура построения МВК модели обучаемого.

В данном исследовании выдвигается гипотеза о том, что совокупность значений важных для процесса деятельностного обучения компонент психического состояния студента может быть оценена с помощью текущих значений показателей «Самостоятельность», «Усилия», «Фрустрационное поведение», а уточнение этих показателей можно производить на основе анализа истории взаимодействия студента и обучающей системы в режиме реального времени.

Для каждого показателя МВК разработан список «значимых» событий, факты появления которых нужно отслеживать в процессе анализа истории взаимодействия студента и обучающей системы. Появление одного «значимого» события приводит к небольшому увеличению или уменьшению соответствующего показателя. О необходимости выбора воздействия системы на студента сигнализирует достижение показателями модели обучаемого критических уровней, что происходит, как правило, после учета некоторого достаточного числа «значимых» событий.

Для измерения показателей МВК используются логистические функции. Логистическая функция имеет следующий вид:

$$f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (1)$$

Выбор логистической функции был обусловлен тем, что она может принимать любые входные значения, в то время как ее отклик $f(z)$ ограничен диапазоном $[0; 1]$. Переменная z является мерой полного вклада всех факторов, используемых в модели, в то время как $f(z)$ представляет вероятность конкретного исхода, при заданном наборе значений факторов. Переменная z имеет следующую структуру:

$$z = \theta_0 + \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_k x_k. \quad (2)$$

В (2) $x_j, j = \overline{1, k}$ – факторы¹ модели, которые могут принимать любые значения от $-\infty$ до $+\infty$, а $\theta_j, j = \overline{1, k}$ – регрессионные коэффициенты, описывающие размер вклада соответствующего фактора по отношению к другим факторам (насколько он уменьшает или увеличивает вероятность конкретного исхода).

Поскольку уровни текущих значений всех показателей МВК одинаково измеряются (за исключением учета некоторых дополнительных параметров при измерении показателя «Усилия», об этом подробнее позже), опишем способ их измерения на примере некоторого абстрактного показателя P .

¹ Также в литературе встречается термин «признаки»

Показателю P ставятся в соответствие три набора регрессионных коэффициентов θ' , θ'' и θ''' . Вектор, с помощью которого происходит определение уровня текущего значения P , имеет следующий вид:

$$(f_{\theta'}(X), f_{\theta''}(X), f_{\theta'''}(X)) \quad (3)$$

(этот подход называется «one-vs-all», см. например, [1]). Каждый компонент вектора вычисляется с помощью логистической функции (1) и выражает вероятности того, что уровень текущего значения показателя подпадает под одну из следующих категорий: «высокий», «средний», «низкий». В качестве оценки текущего уровня показателя используется категория, которой соответствует максимальная координата вектора. Например, если вектор имеет вид (0.1, 0.6, 0.3), то уровень текущего значения P – средний, а если вектор имеет вид (0.8, 0.1, 0.1), то уровень – высокий.

Факторами логистических функций в (3) являются сведения о количестве появлений «значимых» для измерения P событий. Например, если к моменту очередного измерения текущего значения P «значимое» событие вида j произошло 5 раз, то $x_j = 5$; если же еще не происходило, то $x_j = 0$.

При измерении показателя «Усилия», помимо сведений о количестве произошедших «значимых» событий, учитываются и такие факторы, как 1) оценка сложности задачи, которую дает преподаватель (может вычисляться на основе данных о том, какой процент студентов успешно справляется с решением задачи), 2) субъективная оценка трудности задачи, которую дает студент перед началом решения.

Оценка трудности, предоставленная студентом, может трактоваться как субъективная вероятность успеха, уточняющая количество умственных и моральных сил, которые фактически потребуются данному студенту для решения задачи. Также эта оценка может рассматриваться как мера положительной направленности студента на познавательную деятельность перед началом решения задачи.

Наборы регрессионных коэффициентов логистических функций должны быть подобраны на основе экспериментальных данных, собранных в ходе наблюдений за поведением студентов в обучающей среде.

2. Применение МВК в интеллектуальном управлении учебным процессом.

В данной статье обсуждается применение МВК во время решения задачи студентом. В этом случае система может выполнять следующие действия:

- 1) предоставлять помощь по запросу студента,
- 2) предлагать помощь по своей инициативе,
- 3) накладывать ограничения на получение помощи,
- 4) рекомендовать студенту переключиться на другую порцию учебного материала или даже завершить текущий сеанс работы,
- 5) показывать мотивирующие сообщения.

Известно, что студенты технических специальностей могут негативно относиться к автоматизированному управлению учебным процессом, особенно в тех случаях, когда они сталкиваются с отказом в предоставлении помощи (см. [2]). Поэтому действия системы, инициируемые алгоритмом управления, должны в основном иметь рекомендательный характер, также в системе должна быть предусмотрена возможность приостановки алгоритма управления по желанию студента.

Во время решения задачи студентом целесообразно периодически проверять его деятельность. Если в момент проверки выясняется, что показатели МВК достигли критических уровней, или с момента последней проверки отсутствует прогресс в решении задачи, то система может вмешаться в учебный процесс, выполнив одно из действий 2)-5) (см. приведенный выше список возможных действий системы).

Целью алгоритма управления учебным процессом является поддержание оптимального для обучения психического состояния студента. Такое состояние имеет место в том случае, когда уровень усталости студента – низкий, а самостоятельности – высокий. Уровень усталости студента – латентный (т.е.

непосредственно не наблюдаемый показатель), для его вычисления используются значения двух показателей МВК: «Усилия» и «Фрустрационное поведение». Коэффициенты зависимости значения показателя «Усталость» от показателей МВК должны быть подобраны на основе экспериментальных данных.

Достаточно перспективным представляется использование для управления диаграммы влияния со следующей структурой (см. рис. 1). Поясним эту диаграмму. «Состояние_t» – группа детерминированных узлов (см. рис. 2), характеризующих состояние студента на момент проверки его деятельности.

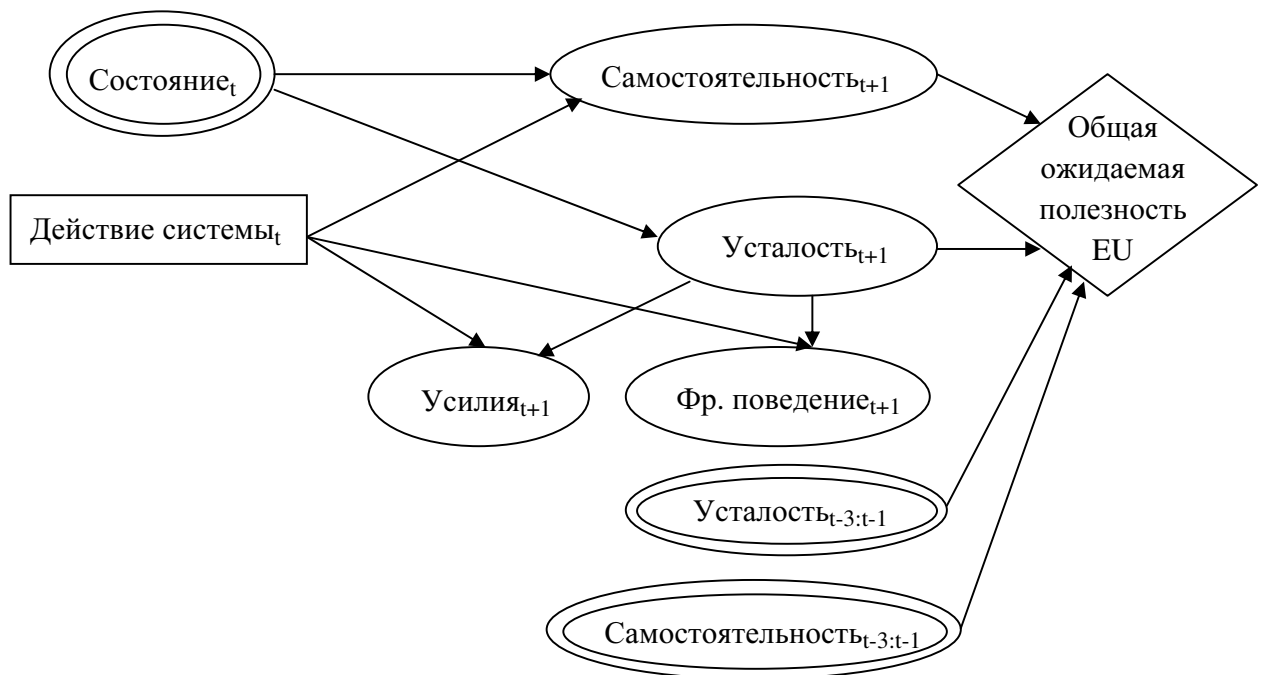


Рис. 1. Диаграмма влияния для алгоритма управления учебным процессом, используемого во время решения задач студентом.

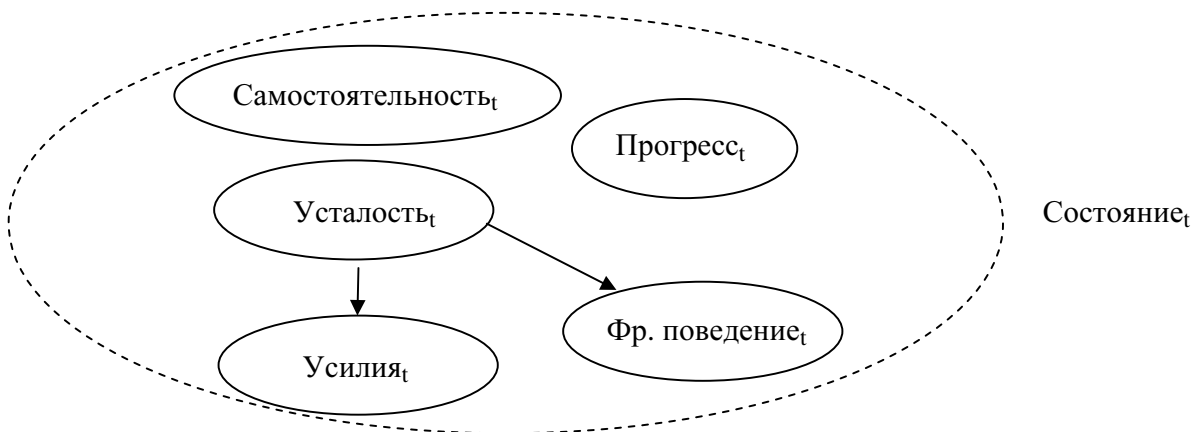


Рис. 2. Группа детерминированных узлов «Состояние_t», характеризующих состояние студента в момент проверки его деятельности.

Узел «Прогресс_t» принимает значение «истина» или «ложь» в зависимости от наличия прогресса в решении задачи с момента предыдущей проверки деятельности студента. О наличии прогресса свидетельствует увеличение количества правильно введенных шагов.

Узел «Действие системы_t» – вершина принятия решения, его возможными значениями являются действия 2)-5) из приведенного выше списка и «отсутствие действия». Выбираемое действие оказывает влияние на последующие уровни самостоятельности и усталости студента. При вычислении ожидаемой полезности действия задействуются как сведения о прогнозируемых уровнях показателей «Самостоятельность» и «Усталость», так и сведения о предшествующих уровнях этих показателей, содержащиеся в детерминированных узлах «Усталость_{t-3;t-1}» и «Самостоятельность_{t-3;t-1}».

В табл. 1 приведен пример вычисления значения узла «Усталость_{t-3;t-1}». В табл. 1 используются следующие обозначения: «Н» – низкий уровень, «В» – высокий уровень. Значения узла «Усталость_{t-3;t-1}» зависят от уровней усталости студента, выявленных при трех предыдущих плановых проверках деятельности студента. Отметим, что методика, приведенная в табл. 1, нуждается в уточнении со стороны экспертов по педагогике и психологии.

Усталость _{t-3}	Усталость _{t-2}	Усталость _{t-1}	Усталость _{t-3;t-1}
Н	В	В	Близка к высокому уровню
В	В	Н	
В	Н	В	
В	В	В	Достигла высокого уровня
Другие сочетания значений			Находится в допустимых пределах

Табл. 1. Пример методики вычисления значения узла «Усталость_{t-3;t-1}».

Поскольку общая ожидаемая полезность действия ЕУ вычисляется на основе узлов, принимающих исключительно качественные значения, то целесообразно задавать ее в виде таблицы, полученной на основе опроса эксперта. При формировании таблицы эксперту задаются вопросы вида:

«Выберите лучшую альтернативу, при условии того, что в целом за последние 3 проверки деятельности студента его самостоятельность была близка к низкому уровню, а усталость находилась в допустимых пределах:

1. с высокой вероятностью достижение высокого уровня самостоятельности и близкого к высокому уровню уровня усталости,

2. с высокой вероятностью сохранение текущих уровней самостоятельности и усталости».

Заключение

В данной статье была описана процедура построения МВК модели обучаемого на основе анализа истории взаимодействия студента и обучающей системы в режиме реального времени, а также предложен алгоритм управления учебным процессом во время решения задач, использующий данный компонент. Как процедура, так и алгоритм перед началом использования требуют проведения параметрической идентификации. Результаты параметрической идентификации будут изложены в следующих статьях.

Литература:

1. Ng A. Logistic regression. Multi-class classification: one-vs-all [Электронный ресурс] // URL: https://class.coursera.org/ml/lecture/preview_view?lecture_id=38 (Дата обращения: 01.07.2012).
2. Soldato T. (et al.) Formalization and Implementation of Motivational Tactics in Tutoring Systems / T. Soldato, B. de Boulay // Journal of Artificial Intelligence in Education. 1995. Vol. 6. № 4. pp. 337-378.