

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЗНАНИЙ – НОВЫЙ ШАГ В ПРОЦЕССЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

М.В. Воронов

*Московский государственный психолого-педагогический университет,
ул. Сретенка, 29, 127051, г. Москва, Россия, mivoronov@yandex.ru*

Развитие информатизации образовательной среды требует разработки все более совершенных средств содержательного оперирования заключенными в текстовых учебных материалах сведениями. Существенную часть этих сведений несет структура этих материалов. Изложен метод построения математической модели структуры знаний учебного текста. Обсуждаются возможности применения таких моделей для автоматизированного анализа уровня готовности обучаемого и активной поддержки процессов его самоподготовки.

Ключевые слова: образование; процесс; знания; учебный текст; структура; модель.

KNOWLEDGE STRUCTURE MODEL AS A NEW STEP IN THE PROCESS OF INFORMATIZATION OF EDUCATION

M.V. Voronov

*Moscow State Psychological and Pedagogical University,
Sretenka str., 29, 127051, Moscow, Russia, mivoronov@yandex.ru*

The development of informatization of the educational environment requires the development of more and more advanced means of meaningful operation of the information contained in text educational materials. A significant part of this information is carried by the structure of these materials. The method of constructing a mathematical model of the structure of knowledge of the educational text is described. The possibilities of using such models for automated analysis of the student's readiness level and active support of his self-training processes are discussed.

Keywords: education; process; knowledge; educational text; structure; model.

Введение

Современная образовательная среда во все большей мере берет на вооружение средства электронного обучения (СЭО), которые с помощью информационно-коммуникационных технологий поддерживают осуществление всех образовательных функций. Перспективными компонентами СЭО могут стать программные комплексы, базирующиеся на модели структуры знаний (МСЗ), и вот почему.

В целях переноса в пространстве и во времени, а также последующего целенаправленного преобразования информация фиксируется, как правило, на материальном носителе в виде текста. В этой связи тексты являются объектами пристального внимания многих исследователей в самых различных областях деятельности, том числе и в информатике.

В настоящее время разработаны эффективные способы машинного бессодержательно манипулирования текстами как упорядоченными последовательностями символов. Значительно более сложными и все более актуальными становятся задачи обработки текстов с учетом сохранения их содержания [1]. Исследования показывают, что успех решения такого вида задач во многом обусловлен структурой построения текста, т.е. тем, как, из каких компонентов и связей между ними он составлен. Наибольшие перспективы в этом плане обладают так называемые регулятивные тексты, к которым могут быть отнесены и учебные тексты [2].

Учебный текст, представляющий собой зафиксированную информацию, как средство обучения, ориентированное на усвоение обучаемым соответствующих знаний, умений, навыков (далее термин «знание» используем в обобщенном смысле), обычно имеет четко выраженную структуру, которая несет существенно важные сведения о содержании, организации и реализации учебных процессов.

Представляется перспективным решение задачи построения формальной модели структуры знаний данного учебного текста.

1. Построение модели структуры знаний текста

Учебный текст, как правило, рубрицирован, представляя собой последовательность отдельных вложенных друг в друга частей (рублик). Он может быть построен, например, из нескольких разделов, состоящих из глав, которые в свою очередь разбиты на параграфы, последние на пункты и т.д. Фрагмент текста в каждой из этих рубрик посвящен изложению определенной и относительно самостоятельной части осваиваемого материала. Обычно процесс обучения и реализуется в соответствии с порядком следования рубрик [3].

Вместе с тем даже самая небольшая из рубрицированных частей текста представляет собой весьма сложную конструкцию, составленную из еще более мелких фрагментов. Принципиально важным является возможность выделения самых малых (с педагогической точки зрения) представленных в данном тексте фрагментов. Такую порцию подлежащей усвоению логически замкнутой информации, обычно получающей при введении свое имя и воспринимаемую в дальнейшем как неделимый фрагмент знаний, будем называть учебным элементом (УЭ). К ним относим: опре-

деления понятий и их свойства, отдельные действия, формулы, правила и др. Важно отметить, что каждый учебный элемент является носителем уникальной в рамках данного текста информации [4].

Процесс изучения учебного материала обычно построен в виде определенной последовательности процедур освоения новых учебных элементов. Введение нового элемента знаний осуществляется путем установления связей между несколькими УЭ, относительно которых предполагается, что они были введены ранее.

Например, учебный элемент, в котором дается определение обратной матрицы, может быть введен следующим текстом: обратной относительно некоторой исходной квадратной матрицы A называется такая матрица A^{-1} , произведение которой на матрицу A образует единичную матрицу E и обычно сопровождается формулой: $A \cdot A^{-1} = E$.

Здесь для введения УЭ «обратная матрица» непосредственно используются учебные элементы: «квадратная матрица», «единичная матрица» и «умножение матриц», относительно которых предполагается, что они были введены ранее. Отметим, что часть УЭ не вводится в рассматриваемом материале, поскольку предполагается, что обучаемый знаком с ними к началу изучения данного материала (будем называть их исходными учебными элементами).

Таким образом, учебный текст можно трактовать, как знаниевую структуру, базовым множеством которой является совокупность представленных учебных элементов (латинское слово *textus* означает ткань, соединение).

Построение МСЗ предлагается осуществлять в ходе пошагового конструктивного процесса, каждый шаг которого заключается в выявлении и фиксации в формальной форме очередного УЭ и его связей с ранее введенными элементами. Этот процесс можно интерпретировать как формирование ориентированного графа, представляющего собой математическую модель структуры представленных в тексте знаний.

Пусть по мере прочтения рассматриваемого текста на шаге k находится описание очередного учебного элемента. Обозначим его через y_k . Ему будет соотноситься выходная вершина формируемого подграфа, отображающего описание этого учебного элемента.

В представленном в тексте описании y_k непосредственно используется некоторое множество ранее введенных учебных элементов, обозначим его через $X_k = \{x_i\}_k$. Следовательно формируемый на k -м шаге ориентированный подграф $\Delta G(k)$ имеет вид

$$\Delta G(k) = (y_k, \{x_i\}_k, \{i, k\} \mid \forall i < k),$$

где x_i – вершины, из которых дуги $\{x_{ik}\}$ выходят и все они входят в вершину y_k .

Здесь каждая дуга (i, k) играет чисто формальную роль ($\forall x_i \in X_k: x_{ik} = 1$), поскольку отображает следующий факт: учебный элемент x_i , введенный когда-то на i -м шаге используется на k -м шаге при введении элемента y_k , но само наличие элемента x_i в $\Delta G(k)$ свидетельствует об этом. В представляющем же элемент y_k фрейме помимо перечисления всех использованных при его введении элементах, целесообразно фиксировать фрагмент текста, где описано, как соотносятся между собой эти элементы.

Положим, что исходные для данного учебного материала УЭ считаются введенными на нулевом шаге $X_0 = \{x_{0i}\}$.

Сформированный в результате k -го шага подграф $\Delta G(k)$ объединяют с уже построенным за все предыдущие шаги графом $G(k-1)$, т.е. происходит наращивания формируемой модели

$$G(k-1) \cup \Delta G(k) = G(k)$$

и переходят к рассмотрению следующего по тексту учебного элемента.

Если весь текст рассмотрен, то в итоге имеем модель структуры знаний, содержащихся в рассмотренном учебном тексте

$$G(n) = \langle \{x_i\}, \{i, j\} \rangle, \forall i \in \overline{0, n}, j \in \overline{1, n}, \forall i < j,$$

где n – количество введенных в рассматриваемом тексте учебных единиц.

2. Перспективы применения модели структуры знаний

Наличие математической модели структуры представленных в учебном материале знаний позволит более эффективно решать ряд прикладных задач. В первую очередь это задачи анализа учебных текстов, например, определение количества введенных УЭ, выявление нарушений логики изложения, фиксация не введенных УЭ и др., что позволяет строить объективные автоматически реализуемые методики оценки качества учебных материалов и их сравнения.

Изложенный подход может быть применен к построению модели структуры знаний всей совокупности учебных дисциплин образовательной программы в целом, что позволяет решать вопросы согласования очередности изучаемых дисциплин и их содержательного наполнения.

Активно развиваемые системы активной поддержки самоподготовки обучающихся (САПСО) благодаря использованию в них модели структуры знаний учебного материала могут приобретать новые качества [5]. Это, в частности, возможность автоматизировать процессы поиска «источков незнания» и формирования логики их устранения, повышения уровня мотивации обучаемого к освоению материала должным образом, сделать более удобными процедуры перманентного и объективного контроля текущего состояния подготовленности обучаемого и, что очень важно, за счет получения количественных характеристик протекания процесса обучения повысить уровень объективности оценки этого состояния.

Пусть обучаемый работает в автоматизированной обучающей среде, которая включает в свой арсенал и модель структуры представленных в изучаемом материале знаний. Это обстоятельство позволяет для различных педагогических ситуаций формировать соответствующие траектории обучаемого в фазовом пространстве характеристик уровня его подготовки, перемещаться по ним, анализировать результаты этих перемещений и рекомендовать последующие действия.

Предположим, что обучаемый, работая в рамках такой системы, столкнулся с невладеванием учебным элементом x_k . Благодаря использованию рассмотренной выше модели, в САПСО формируется последовательность шагов, направленных на выявление истоков этого незнания. Вначале определяется $\{x_{ik}\}$ – множество УЭ, непосредственное знание которых необходимо для описания x_k и обеспечивается проверка уровня усвоенности обучаемым каждого из них. Если обнаруживается, что всеми элементами из $\{x_{ik}\}$ он владеет в достаточной мере, то возникшие трудности, скорее всего, обусловлены непониманием собственно введением данной УЭ, и система может рекомендовать обучаемому обратиться к соответствующим вспомогательным учебным материалам.

Если же среди элементов $\{x_{ik}\}$ оказываются не усвоенные учебные элементы, то, благодаря МСЗ, определяются компоненты, знание которых необходимо для непосредственного понимания выявленных неосвоенных УЭ. Затем для каждого из них вновь применяется процедура выявления уровня усвоения непосредственно образующих их УЭ и т.д.

Такого рода процесс продолжается до наступления одной из трех возможных ситуаций.

1. Все выявленные образующие неосвоенных УЭ обучаемый освоил в должной мере. Это означает, что найдена граница неосвоенного материала для x_k и сформирована актуальная относительно сложившейся ситуа-

ции «структура незнания». На ней может быть построена упорядоченная траектория действий по устранению выявленных пробелов знаний.

2. Среди выявленных неосвоенных УЭ находятся исходные элементы. Это означает, что обучаемый не готов к освоению данного учебного материала и САПСО выдаст соответствующие рекомендации.

3. Выявлены УЭ, в описании которых использованы не введенные и не являющиеся исходными учебные элементы. Это свидетельствует о недостатках учебного материала, например, в нем изложен не весь необходимый учебный материал.

Заключение

Наличие в САПСО подсистем, базирующихся на модели структуры знаний данного учебного материала, обеспечивает возможность в режиме реального времени контролировать и анализировать все действия обучаемого, выявлять и идентифицировать складывающиеся педагогические ситуации, формировать адекватные им траектории последующих действий и целенаправленно вести по ней обучаемого.

Библиографические ссылки

1. Семенова А.В., Курейчик В.М. Обзор и анализ состояния проблемы обработки текстовой информации в системах машинного перевода // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2014. № 2 (17). С. 24–56.
2. Воронов М.В., Пименов В.И. Формализация регулятивных текстов // Информатика и автоматизация. 2021. Том. 20. № 3. С. 562–590.
3. Сабина А.А. Учебный текст: структура и прагматика // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2009. № 97. С. 222–225.
4. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б. Инновационные обучающие технологии в профессиональной подготовке специалистов: учебное пособие (часть 2). Барнаул: Изд. Алтайского гос. ун-та. 2002. Т. 2. 323 с.
5. Воронов М.В., Герасименко П.В., Письменский Г.И. Разработка виртуальной среды самостоятельной подготовки студентов // Инновации в образовании. 2017. № 9. С. 31–44.