

Теорема. Матрица $K(z)$, задаваемая формулой (10), где целые числа $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ определяются из соотношений (8), (9); $\phi_j(z)$, $j = \overline{1, 4}$ — решения задачи (5), определяемые формулами (6'), (7); матрица $\chi(z)$, определяемая по формуле (4), является канонической матрицей задачи (1) в классе функций, ограниченных в окрестностях точек $z = -1, 0, 1$. Ее частные индексы равны

$$\kappa_1 = - \sum_{k=1}^3 \alpha_k, \quad \kappa_2 = \kappa_3 = \kappa_4 = - \sum_{k=1}^3 \alpha_k - 1.$$

1. Д ж у р а е в О. //Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1. 1987. № 1. С. 57.
2. Б р о в к а Н. В., П р и м а ч у к Л. П. //Там же. 1990. № 3. С. 61.
3. М у с х е л и ш в и л и Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. М., 1968.

Поступила в редакцию 31. 05. 94.

УДК 681.3.06:51

М. К. БУЗА, Л. В. ПЕВЗНЕР

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Some aspects of using mathematical theory for program pedagogical sistem projecting is described in the article.

В настоящей работе предлагается математический аппарат, используемый при разработке программно-педагогического средства (ППС), ориентированного на автоматизацию процесса обучения по дисциплинам цикла «ЭВМ и программирование» (темы: модульное, структурное, объектно-ориентированное программирование) [1]. Описана структура, назначение и процедуры функционирования ППС. Цель предлагаемого ППС — активизация процесса обучения.

ППС состоит из двух основных частей:

- инструментальной сервисной системы (ИС1) преподавателя-работчика обучающих курсов (ОК);
- инструментальной системы обучаемого (ИС2).

Процесс приобретения знаний с помощью ППС осуществляется в двух режимах: А — обучение с помощью «электронной книги» и В — моделирование.

Основой процесса обучения в режиме А является обучающий курс К, общая структура которого имеет вид:

$$K = \langle T, A, F, G, S \rangle,$$

где $T = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ — конечное множество тем исходного ОК К. Каждая тема T_i состоит из пар вида (I_i, Q_i) , где I_i — конечное множество информационных кадров, раскрывающих содержание темы T_i ; Q_i — множество контрольных вопросов по теме T_i . Все контрольные вопросы из множества Q_i по сложности разбиваются на подмножества $\{Q_i^j | j = 1, 2, \dots, m\}$, где Q_i^j — вопросы j -го уровня знаний обучаемого по теме i (заметим, что пересечение подмножеств Q_i^j и Q_i^t , $t = 1, 2, \dots, m$, может быть не пусто).

$A = \{A_q | q = 1, 2, \dots, f\}$ — конечное множество ответов обучаемого на заданные ему вопросы. В зависимости от правильности ответа обучаемого на вопросы множества Q_i^j определяется g — следующий уровень вопроса по исходной теме T_i с помощью функции анализа ответа F , где $g = F(Q_i^j, A_i^f)$.

$S = \{S_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ — конечное множество статистической информации о ходе опроса обучаемого по каждой теме T_i исходного курса К (по сути дела, S является путем обхода К).

G — графово-программная грамматика (ГПГ) [2], описывающая иерархическую графовую структуру ОК и отображающая внутренние

связи К. Вершинами графовой структуры являются темы множества T_i ; путь от вершины T_1 к некоторой вершине T_l ($l = 1, 2, \dots, n$) устанавливается в зависимости от S_l и $г$ с помощью функции перехода $R: T_i \times S_l \times г \rightarrow T_l$.

Таким образом, процесс обучения в режиме А может быть отождествлен с обходом исходной иерархической графовой структуры. Для реализации алгоритма этого обхода был использован алгоритм синтаксического анализа сверху вниз, базирующийся на ГПГ.

В отличие от классических автоматизированных обучающих систем, реализованный в исходной ППС режим А позволяет осуществлять процесс обучения, хорошо адаптируемый к индивидуальным особенностям, степени подготовленности и уровню знаний учащегося, реализуя выполнение функций сличения и коррекции знаний [3] уже в самом процессе обучения.

Основные параметры для функции F и R определяет сам преподаватель-разработчик ОК; от этих функций зависит степень адаптируемости разрабатываемого ОК к учащемуся. Заметим, что для облегчения труда преподавателя-разработчика ОК в ППС существует ИС1, позволяющая либо с помощью специально разработанного языка разработчика ОК, либо с помощью дружественного интерфейса в процессе диалога определить степень сложности каждого вопроса по теме T_l (эти методические аспекты решаются каждым преподавателем индивидуально и не могут быть доверены ИС1). Используя полученную информацию, т. е. качественную и количественную оценку каждого контрольного вопроса, ИС1 автоматически формирует функции F и R , осуществляя разметку графовой структуры (по сути дела, здесь строятся множества правил конкретизации ГПГ G [4]).

Процесс обучения в режиме В ИС2 реализуется двумя способами: с помощью имитационного моделирования (система ИМ1) и обучения по модели (система ИМ2). Здесь под имитационным моделированием в процессе обучения подразумевается выполнение обучающей программой действий, имитирующих выполнение требуемых по теме изучаемой дисциплины функций, с демонстрацией промежуточных и окончательных результатов на экране компьютера в наглядном и удобном для учащегося виде. Имитационные программы рекомендуются использовать на втором этапе обучения (после окончания сеанса работы с ОК в режиме А), где начинается закрепление изучаемого на первом этапе материала с помощью нового способа его подачи и анализа. ИМ1 предусматривает не только имитацию изучаемых функций по заранее подготовленным преподавателем примерам, но и выполнение примеров, предложенных учащимся. Такое участие учащегося в моделировании позволяет активизировать процесс обучения, делая знания более полными и глубокими. В исходной ППС ИМ1 ориентирована на проектирование модульных, структурируемых и объектно-ориентированных программ. При этом основными являются функции анализа текстов, написанных на заданном языке программирования (PASCAL, C и т. п.), на модульность и структурируемость, и, если необходимо, на преобразование анализируемых текстов в функционально-эквивалентные, но удовлетворяющие условиям заданной технологии программирования.

Формально данную задачу можно описать следующим образом. Пусть Π — анализируемый текст программы на языке L ; G — ГПГ, описывающая синтаксис заданного языка L и дополненная множеством правил конкретизации, позволяющих построить Γ — граф информационных и управляющих связей программы Π [4], выделяя при этом подграфы $\Gamma_i \subseteq \Gamma$, $i = 1, 2, \dots, n$, в которых нарушаются принципы модульности и структурируемости. Таким образом, первый шаг работы ИМ1 формально записывается так:

$$\Pi \stackrel{A_1}{\underset{G}{=}} > * \Gamma, \quad (1)$$

где A_1 — уже рассмотренный в режиме А алгоритм анализа, базирующийся на ГПГ G и основанный на стратегии сверху вниз. На втором шаге граф Γ преобразуется в функционально-эквивалентный ему граф Γ_1 (2), причем процесс преобразования выполняется тем же алгоритмом

A_1 , но грамматика G замещается на ГПГ G_1 , описывающую граф информационных и управляющих связей, правила конкретизации которой ориентированы на операции преобразования графа G в граф G_1 .

Второй этап ИМ1 может быть формально записан следующим образом:

$$\underset{G_1}{\Gamma} \stackrel{A_1}{=} > * \Gamma_1. \quad (2)$$

На третьем шаге по G_1 строится программа P_1 на языке $L(G)$, причем P_1 является функционально-эквивалентной P , но в отличие от последней удовлетворяет условиям модульности и структурируемости. Третий шаг формально можно записать так же, как процесс вывода

$$\underset{G_2}{\Gamma_1} \stackrel{A_1}{=} > * P_1 \quad (3)$$

с использованием алгоритма A_1 по грамматике G_2 , правила конкретизации которой позволяют формировать текст программы P (заметим, что $L(G) = L(G_2)$).

При работе с ИМ2 осуществляется режим обучения «по модели». Это является следующим этапом методики использования ППС после работы в режиме A и с ИМ1. Если в первых двух режимах обучаемый получал теоретические знания (только в разных формах представления знаний), то работа с системой ИМ2 направлена на формирование у учащегося действенных знаний, умений и навыков, позволяющих использовать полученный на предыдущих этапах теоретический материал при конкретном проектировании программ. Однако на этом этапе обучения ППС еще не оставляет учащегося без внимания и поддержки, так как весь процесс проектирования программ регламентирован заданной в ИМ2 модели, поддерживаемой дружественным интерфейсом (с помощью подсказок, напоминаний и непосредственного возврата к соответствующему ОК в режиме A).

Система ИМ2 реализует в данном ППС обучение проектированию объектно-ориентированных программ (ООП) по модели ГПГ G . Математически данный процесс можно описать следующим образом. Пусть дана ГПГ $G = \langle V_T, V_N, P, R, \sigma \rangle$, где V_T, V_N, P, R, σ соответственно конечные множества терминальных, нетерминальных символов, правил, номеров правил, аксиома грамматики. Тогда должен существовать некоторый алгоритм A_2 , который по G построит ГПГ G_3 , т. е.

$$G \stackrel{A_2}{=} > * G_3,$$

где $G_3 = \langle V_T \cup V_{T1}, V_N \cup V_{N1}, P \cup P_1, R \cup R_1, \sigma \rangle$, где V_{T1}, V_{N1}, P_1, R_1 — дополнительные множества терминальных, нетерминальных символов, правил, номеров правил грамматики, расширяющих исходную G до конкретной грамматики G_3 , описывающей граф информационных и управляющих связей проектируемой ООП (см. формулы (1) и (2)). После чего, воспользовавшись описанным ранее процессом (см. формулу (3)), мы строим вывод ООП $P \in L(G_3)$.

Представленный в настоящей работе математический аппарат использован в реально существующем ППС, разработанном на языке TURBO PASCAL с использованием TURBO VISION на IBM - совместимых ЭВМ.

1. Буза М. К., Певзнер Л. В. // Современные научные технологии: Сб. науч. тр. Мн., 1994. С. 84.

2. Певзнер Л. В. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 1. 1983. № 3.

3. Певзнер Л. В., Сманцер А. Н. // Учебные заведения нового типа в национальной системе образования: Сб. ст. Мн., 1993. С. 145.

4. Буза М. К., Певзнер Л. В., Седова И. В. Автоматическое построение иерархических структур последовательных программ // Деп. в ВИНТИ. 25.03.81. № 163781.

Поступила в редакцию 30.06.94.