

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2013
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2013
*Proceedings of the Forty Second Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Borovetz, April 2–6, 2013*

ЕЛЕКТРОННО ОБУЧЕНИЕ ПО СТРУКТУРИ ОТ ДАННИ

Стоян Капралов, Валентина Дянкова, Милко Янков

Представена е разработена от авторите система за електронно обучение по структури от данни. Системата предлага задачи, акцентиращи върху характеристикните свойства на понятията по структури от данни и възможностите за тяхната употреба като софтуерни обекти. Съществено внимание се отделя на предоставянето на адекватна помощна информация при получен грешен отговор от обучаемия и възможността за декомпозиране на задачата до помощни задачи с по-малка трудност.

I. Въведение. Използването на мултимедийните технологии за управление на информационните потоци при взаимодействието обучаващ-обучаван в системи за електронно обучение може да бъде определено като актуално в следните насоки:

- разработване на структурен модел на системата „обучаван-обучаващ“ в контекста на рефлексивен подход в съответна образователна среда;
- разработване на интерактивно дистанционно въздействие при усвояването на конкретни знания и умения по изучавана дисциплина;
- разработената система за електронно обучение може да бъде разгледана като образователна среда за възпитаване на информационна култура чрез усвояване на такива умения като търсене, подбор, анализ и представяне на информацията, както и нейното използване за решаване на конкретни практически проблеми.

В този аспект електронното обучение дава възможност за използване на компютъра като ключов компонент на образователната среда [2] в дисциплини, притежаващи високо ниво на абстрактност на изучавания материал и изискващи въображение. Такава дисциплина е Структури от данни и алгоритми. В същото време, в съответствие с учебните програми на АСМ Computing, тя е базова в много области на изчислителната техника като компютърни науки, информационни системи, софтуерно инженерство, компютърно инженерство, информационни технологии. Изучаването на структурите от данни включва две взаимно допълващи се цели:

- Да се идентифицира според характеристикните свойства съответната структура от данни; да се изведат нейните свойства; да се определят класовете от проблеми, изискващи използването на тази структура от данни; да се определи спецификата на разглежданата структура от данни като софтуерен обект.
- Да се усвоят умения за моделиране на реални процеси с подходяща структура от данни, даваща възможност за оптимална обработка.

Това обуславя актуалността на предметната насоченост на разработената от екипа система за електронно обучение.

II. Мотивация. Следните точки представят основните насоки по отношение на досегашната употреба на електронно обучение в курсовете по структури от данни

1. *Публикуване на текстови материали.* Системите от този тип са най-многобройни. Те съдържат информация за съответната структура, която е достъпна обикновено чрез меню. Пример за такава система е даден в [3].

2. *Визуализация на структурата.* Тези системи предоставят информация за организация на елементите в дадена структура от данни чрез графични или мултимедийни модули. В [4] са представени графични изображения и възможности за експериментиране.

3. *Визуализация на алгоритми.* Примерни системи от този тип са описани в [5], [6]. Характерно за тези системи е, че те предоставят добра динамична визуализация на алгоритмичните стъпки с помощта на мултимедийни технологии. За оценяване на ефективността на прилагането на тези алгоритми обучаемите трябва предварително да са запознати с характеристикните свойства на използваната от алгоритъма структура от данни. В този смисъл в [5] е акцентирано върху необходимостта от „самобалансиращо поведение на обучаемия“ за усвояване на умения за оптимално прилагане на изучавания алгоритъм.

4. *Тестване на програмен код.* В [7] тестването на програмен код се осъществява чрез въвеждане на различни входни данни. Не е възможно генерирането на произволен програмен код. Последният се избира измежду предварително зададени в определена за това секция.

Изпитни задачи и често допускани грешки. Системата [1] дава на студентите хранилище, достъпно чрез Интернет, съдържащо изпити, които могат да бъдат решавани от студенти и автоматично валидирани в същите условия, както и реалните изпити. Всеки студент може да получи не само отделна грешка по нейният код, но пълен списък на грешки (включително концептуални грешки по време на разработването на решение).

Проверка на знания. Тези системи изискват отговор чрез радио-бутон и се ограничават до даване на информация за това дали отговорът е правилен (вярно/грешно). В [1] се прави опит и за оценка на качеството на даваните отговори (оптимален код, сложност на алгоритъм).

Анализът на възможностите на съществуващите системи показва, че в по-голямата си част софтуерните продукти за обучение са насочени към визуализация на преподавания материал или автоматична проверка на знанията. Липсват възможности за управление и промяна на хода на учебния процес в зависимост от даденият от обучаемия отговор. Това насочи вниманието на екипа към възможностите за предоставяне на адекватна помощна информация при получен грешен отговор от обучаемия и възможността за декомпозиране на задачата до помощни задачи с по-малка трудност. Задачите са интегрирани в система и се спазва принципът за нарастване на трудността.

III. Система за електронно обучение. Системата DSLearning е разработка на авторите и е достъпна на адрес: www.dslearning.eu.

Тя е създадена като система за обучение с обратна връзка, използваща нелинейни алгоритми.

Системата не само дава информация, но и едновременно проверява получените

отговори от обучаемия. В зависимост от тях тя може да промени хода на урока в едно или друго направление. Обратната връзка във вид на реакция на обучаемия е основа за непрекъснато взаимодействие между системата и обучаемия.

Обучителният режим на системата (фиг. 1) дава възможност на обучаемия за:

- преход между отделните слайдове по време на изучаване на конкретно понятие по структури от данни;
- получаване на информация, показваща етапа на изучаване на понятието върху който работи в момента обучаемият;
- определяне на вида на текущия слайд – информационен, задаващ въпрос и рефлексивен. Унифицираният вид на всеки тип слайд насочва вниманието на обучаемия към очакваното от него действие;



Фиг. 1

- получаване на помощна информация за изучаваното понятие: визуализация, дефиниция, схема и софтуерна форма.

Въздействието върху обучаемия от страна на системата се извършва чрез входни задачи. Даденото от обучаемия решение се формализира по подходящ начин и се

подава като вход на анализатора на грешки. В зависимост от приетите в програмното осигуряване критерии за оценка на знанията се определя ответно управляващо въздействие. То се интерпретира чрез подходящ информационен модел, който се предоставя на обучаемия във вид на проблемна ситуация. Комуникацията между електронната среда DS Learning и обучаемия се реализира чрез въпроси, даващи възможност за:

Нека a е неправилен стек от цели числа и a е числото, което стои на върха на стека. Ако a е положително число, в стека да се добави $2*a$, в противен случай – да се добави $3*a$. Кои от следните програмни фрагменти извършват това действие (открийте всички възможни)?

```

I.      II.
s.Pop(a);      s.Pop(a);
if (a > 0) s.Push(2*a); if (a > 0) s.Push(2*a);
else s.Push(3*a); else s.Push(3*a);

III.     IV.
s.Pop(a);      s.Pop(a);
if (a > 0) s.Push(2*a); s.Push(a);
else s.Push(3*a);      if (a > 0) s.Push(2*a);
s.Push(a);          else s.Push(3*a);

V.       VI.
s.Pop(a);      s.Pop(a);
if (a > 0)      if (a > 0) (s.Push(a); s.Push(2*a));
{s.Push(a);    else (s.Push(a); s.Push(3*a));
s.Push(2*a);}
else s.Push(3*a);

```

```

Stack<int> sp;
int n;
//прехвърляне на елементите от стека s в помощния стек sp
while ( [ ] ) {s.Pop (n); sp.Push (n);}
s.Push ( [ ] );
//прехвърляне на елементите от помощния стек sp в стека s
while ( [ ] ) { [ ]; [ ]; }

```

Фиг. 2В

```

void DLK ( node* root )
{
    if ( [ ] )
    {
        DLK( root -> [ ] );
        cout << root -> [ ] << ' ';
        DLK( root -> [ ] );
        cout << root -> [ ] << ' ';
    }
}

```

Фиг. 2С

- променлив брой на възможните отговори (фиг. 2А);
- избор на вариант измежду предварително зададени в списък шаблони. Такъв избор е възможен за всеки отговор (фиг. 2В);
- възможност за свободно попълване на части от решението на задача. Това осигурява за обучаемия среда, наподобяваща свободно писане на сорс код (фиг. 2С):

Не се поддържа количествена оценка на отговорите, тъй като целта е усвояване на знанията в съответната учебна единица. Това предполага индивидуален темп на работа на всеки обучаем. В този смисъл интерес представлява не количественият критерий за време и минимален брой стъпки, а качественият ход на процеса на усвояване на знания.

Последователността на въпросите за всички обучаеми е еднаква (системата все още не реализира адаптивно обучение). Разликата е в помощните учебни единици, през които се преминава за достигане на верен отговор.

В момента са разработени следните теми: стек – пълна реализация, двоично дърво за търсене – частична реализация, хеширане – частична реализация.

IV. Изследване. Дисциплината Структури от данни в ШУ се изучава от специалности Компютърна информатика, Компютърни информационни технологии, Икономическа информатика.

Критериите, по които се отчита ефективността на използване на системата за електронно обучение DSLearning са:

Критерий 1. Възприемане на всяко понятие по структури от данни като цяло – качество, определено от неговите характеристични свойства.

Критерий 2. Избор на понятие, с чиято помощ може да се моделира реален процес (без софтуерна реализация).

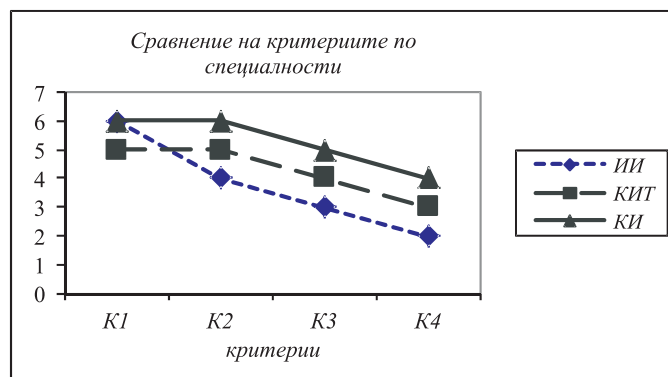
Критерий 3. Формализиране на реални процеси чрез изучените понятия по структури от данни в термините на език за програмиране.

Критерий 4. Желание за задълбочаване на знанията.

Диаграмата на фиг. 3 сравнява резултати на студентите от различните специалности по четирите критерия.

Постиженията по първите два критерия достигат почти максималните си стойности. Анализът на тези резултати показва, че обучаемите разбират същността и могат да прилагат знанията за понятията за моделиране и алгоритмизиране на реални процеси. Тези знания не са зависими от знанията им по програмиране. Те произ-

тичат само и единствено от признаците за съществуване на понятията по структури от данни. Възможностите за практическо приложение засилват мотивацията и са естествена основа за по-задълбочено изучаване. При критериите, отчитащи формализирането на реален процес в неговото развитие в термините на език за програмиране се наблюдава изоставане. Това се дължи до голяма степен на пропуски в знанията на обучаемите по програмиране – малка част от тях имат положителни оценки по програмиране и ООП.



Фиг. 3

VI. Заключение. Системата DSLearning не е предназначена да замени лектора в преподаването, а да служи като учебно помагало. Тя е подходяща за първоначално запознаване с тематиката от неспециалисти и от обучаеми в по-малки възрастови граници. Използването на системата в обучението на специалисти дава възможност за оптимално разпределение на времето. Самостоятелната работа на обучаемите със системата осигурява усвояване на знания и умения за характеристичните свойства на понятията по структури от данни и тяхната интерпретация като софтуерни обекти. Това освобождава аудиторната заетост за решаване на задачи със софтуерна практико-приложна насоченост. По този начин се постига увеличение на обема и качеството на усвояния от обучаемите материал.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] A. ORTEGA, R. ÁLVAREZ. Automating Exercises Validation in E-learning Environments. *International Journal "Information Technologies and Knowledge"*, **2** (2008).
- [2] R. BRUNO. Data Structure and algorithms with object oriented design patterns in C++. John Wiley & Sons, 1998.
- [3] G. CHEN, R. SHEN. Collaborative Education Practice in a Data Structure E-Learning Course. *International Journal of Social and Human Sciences*, **3** (2009).
- [4] K. TAWSOPAR, DR. K. MEKHABUNCHAKIJ. An Approach to RLO Design for Data Structures and Algorithms Courses Using Topic Maps. Fourth International Conference on eLearning for Knowledge-Based Society, November 18–19, 2007, Bangkok, Thailand.

- [5] K. DAVIS, DR. A. G. HAMILTON TAYLOR. Interactivity in Data Structures and Algorithm Courses with SKA for RBTs. *International Journal of Innovation, Management and Technology*, **2** (February 2011), No 1, ISSN: 2010-0248.
- [6] S. KHURI. Designing Effective Algorithm Visualization. In: Program Visualization Workshop, Porvoo, Finland, 2001, 1–2.
- [7] Y. M. KASSIM. An E-learning Package for Data Structure Using Visual Basic. *Journal of Engineering*, **17** (June 2011) No 3.

Стоян Капралов
 Технически университет – Габрово
 ул. Хаджи Димитър № 4
 5300 Габрово
 e-mail: s.kapralov@gmail.com

Валентина Дянкова
 Милко Янков
 Шуменски университет
 ул. Университетска № 115
 9712 Шумен
 e-mail: valentina.dyankova@gmail.com
 milkoyankov@gmail.com

E-LEARNING OF DATA STRUCTURES

Stoyan Kapralov, Valentina Dynkova, Milko Yankov

A system for e-learning data structures developed by authors is presented. The system provides tasks focusing on the logical structure of notions in data structures and their use as software objects. Much attention is given to supplying adequate help information in case of receiving a wrong answer from the student. An important feature of the system is the possibility for breakdown of a task into tasks of lower difficulty.