

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ОТВОРЕНИ ОБРАЗОВАТЕЛНИ РЕСУРСИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО АЛГОРИТМИ И СТРУКТУРИ ОТ ДАННИ

**Стоян Капралов^{1,2,3}, Валентин Бакоев², Валентина Дянкova³,
Младен Манев¹, Милко Янков³**

1) ТУ – Габрово
s.kapralov@gmail.com
ml.manev@gmail.com

2) ВТУ
v_bakoev@yahoo.com

3) Шуменски университет
valentina.dyankova@gmail.com
milkoyankov@gmail.com

Резюме: Авторите споделят своя опит в използването на отворени образователни ресурси в обучението по алгоритми и структури от данни.

Ключови думи: алгоритми, структури от данни, обучение

1. Въведение

В съвременното образование учебните ресурси често се разглеждат като ключова интелектуална собственост в условията на конкурентност между университетите. Въпреки това, насърчаването на индивидуалното обучение и ученето през целия живот подтиква много университети да използват интернет като средство за разпространение на утвърдени практики в преподаването и ученето чрез използване на отворени образователни ресурси. В думата отворени се имплементира идеята за свободно разпространение на знанието в световната мрежа.

Използването на отворените образователни ресурси повишава ефективността на учебния процес, особено за дисциплини, в които теоретичният материал притежава висока степен на абстрактност. В тези случаи се изисква управление на учебния процес, осигуряващо систематичен процес на компилация и използване на информация, знания, опит и професионални умения за усвояване на необходимите знания. Университетският курс по алгоритми и структури от данни може да бъде разгледан като пример за такава дисциплина.

В съответствие с учебните програми на ACM (CS2013) [1] изучаването на основните понятия по структури от данни и усвояването на умения за тяхното използване при моделиране на реални процеси, са предмет на курсовете Fundamental Data Structures (knowledge area Software Development Fundamentals) and Fundamental Data Structures and Algorithms (knowledge area Algorithms and Complexity). Предложено в CS2013 време, необходимо за представяне на учебния материал в традиционна лекция, предполага “students to spend a significant amount of additional time outside of class”. Един начин за управление на усвояването на знания и умения от обучаемите извън клас чрез

подходящ педагогически дизайн е използването на отворени образователни ресурси.

Целта на авторите е да споделят своя опит в използването на отворени образователни ресурси в обучението по алгоритми и структури от данни.

2. Някои страни на използването на отворени образователни ресурси в обучението.

Терминът отворени образователни ресурси се въвежда за първи път на конференция, организирана през 2000 година от UNESCO в контекста на осигуряване на свободен достъп до образователни ресурси в световен мащаб. Отворените образователни ресурси се определят като цифровизирани материали, предлагани свободно и открито за преподаватели, студенти и самостоятелно учащи се, за да бъдат използвани за обучение, преподаване и изследвания. Ресурсите не се ограничават само до съдържание. Те включват следните три области:

- Учебно съдържание – курсове, модули, учебни предмети, сборници, списания
- Инструменти – софтуер за подпомагане на разработката, използването и доставянето на учебни материали, както и организирането на онлайн учебни общности. Тук се включват и всякакви допълнителни инструменти, подпомагащи учебния процес. Пример за такива са интерактивните инструменти, използвани в процеса на обучение.
- Ресурси за изпълнение – лицензи за интелектуална собственост за насърчаване публикуването на отворени материали, оформяне на правила за най-добрите практики и локализирано съдържание.

Най-често отворените образователни ресурси се използват от образователните институции под формата на платформи за обучение, с които се осигурява и управлява учебния процес. Образователната платформа е набор от интерактивни онлайн услуги, които предоставят на обучаемите достъп до информация, инструменти и ресурси в помощ на управлението на усвояване на знания и практически умения в дадена предметна област чрез интернет. Съществува голямо разнообразие от учебни платформи с различни нива на сложност. Могат да бъдат систематизирани следните най-важни функции на платформите за подпомагане на учебния процес по даден учебен предмет:

1. Управление на учебното съдържание – създаване, съхранение и достъп до ресурси.
2. Планиране и разпределение на учебната програма – планиране на урок, възможности за адаптиране към индивидуалните възможности на

обучаемия и оценка на ефективността на предоставените от платформата инструменти за подпомагане дейността на обучаемия в учебния процес.

3. Ангажираност на обучаемите и управление – информация за обучаемия и проследяване на неговия напредък. Генериране на адекватна оценка за успеваемостта на обучаемия при усвояване на знания и умения. Оценка може да има не само количествена форма, но и да се изразява в анализ на логико-процесуалния аспект на дидактическата технология на изпълнение на моделираните учебни единици.

4. Инструменти – текстови, графични, аудио, видео, мултимедийни и интерактивни с обратна връзка.

5. Услуги – форуми, блогове, групови дискусии, чат в реално време и системни съобщения.

Формите, под които се срещат образователните платформи в практиката са виртуални среди за обучение (VLE), системи за управление на обучението (LMS) и системи за обучение и управление на съдържанието (LCMS). *Виртуалните среди за обучение* се използват за традиционните дейности в клас „лице в лице“. Такива примери са Moodle и Blackboard. *Системите за управление на обучението* автоматизират процеса на учене като осигуряват лесно и адаптивно към индивидуалните особености обучение, насочват обучаемите и следят за тяхното развитие и ефективността в учебните дейности. *Системите за обучение и управление на съдържанието* се фокусират върху създаването на съдържание за електронно обучение, т.е. създават съдържание от статии, тестове, игри, видео и др.

Анализът на достъпните ресурси в интернет, които могат да бъдат използвани в обучението по алгоритми и структури от данни, показва, че основно се използват системите за обучение и управление на съдържанието. Интерес представляват ресурсите, които провокират самобалансиращо поведение на обучаемите в процеса на усвояване на знания.

3. Отворени образователни ресурси, ориентирани към обучението по алгоритми и структури от данни

3.1. Алгоритми

Coursera (www.coursera.org) е образователна платформа, която предлага огромно количество онлайн курсове на повече от 60 университета от цял свят.

Изключително полезен за нашата работа в обучението по Алгоритми и структури от данни е курсът *Algorithms, Part II* от Coursera (www.coursera.org/course/algs4partII). Това е онлайн курс към учебника [3]. В този курс се разглеждат графи и алгоритми за обработка на низове. В нашата работа използваме материали от курса по теми, включващи обхождане в

дълбочина, обхождане в ширина, топологично сортиране, алгоритми на Kosaraju–Sharir, Kruskal, Prim, Dijkstra, Bellman–Ford, Ford–Fulkerson. Въпреки, че акцент в курса са Java реализациите на тези алгоритми, голяма част от него не е обвързана с конкретен програмен език. Много удачни за нашата работа са упражненията към съответните теми. За всяка лекция е подготвен набор от упражнения. Те съдържат по три задачи, с помощта на които студентите могат самостоятелно да проверят доколко са усвоили основните идеи от съответната тема. Всяко упражнение може да се прави до десет пъти, като след всяко предаване на задачите студентът получава оценка на своето решение и подробен анализ на решението на задачите. Тестовите въпроси са различни при всяко следващо изпълнение, но са еднотипни като условия, което позволява да се упражняват едни и същи алгоритми многократно, в нашия случай върху различни графи. Така акцентът в обучението се поставя не в наизустяване на алгоритмите, а в тяхното осмисляне. Предоставените в курса упражнения са напълно достатъчни, както за преподаване на материала, така и за самостоятелна работа и изпитване на студентите. Нашият опит показва, че след включването на тези материали в процеса на обучение се увеличи интересът на студентите към разглежданата тематика и желанието им за допълнителна самостоятелна работа.

3.2. Структури от данни

Системата DSLearning (www.dsllearning.eu) [2] е създадена като система за обучение с обратна връзка, използваща нелинейни алгоритми. Въздействието върху обучаемия от страна на системата се извършва чрез входни въпроси. Отговорът на студента отразява степента на усвояване на учебния материал. Отговорът се формализира по подходящ начин и се подава като вход на анализатор на грешки. В зависимост от приетите критерии за оценка на знанията на студента се определя ответно управляващо въздействие от страна на системата. То се интерпретира чрез подходящ информационен модел, който се предоставя на студента във вид на проблемна ситуация. Характерна за системата DSLearning е възможността за промяна на хода на учебния процес чрез помощни въпроси и задачи, в зависимост от отговорите на обучаемия. По време на работа със системата, обучаемият получава помощ от системата чрез:

- насоки за продължаване на разсъжденията, контролен отговор или просто визуализиране на разглеждания проблем
- система от интерактивни инструменти – с нея обучаемият може да експериментира като моделира основните допустими операции с конкретна структура от данни.

DSLearning реализира три нива на въвеждане на понятията по структури от данни. Първото ниво на организация на знанията следва класическото определяне на едно понятие като система от признаци. Определянето на понятията по структури от данни в DSLearning чрез техните общи и съществени признаци насочва вниманието на студентите към съществените, инвариантни по отношение на произволен език за програмиране характеристики. По такъв начин системата интегрира изискването в CS2013 за прехвърляне на тежестта от писането на код към логическа интерпретация на понятията. Във второто ниво на организация на знанията се използва софтуерна формализация (клас) на изучаваното понятие. В него се работи за формиране на умения за коректно използване на софтуерната форма на понятието. Третото ниво на организация изисква използване на знанията, получени в първите две нива за моделиране на реални процеси. Тук се формират умения за адаптивно прилагане на получените знания.

Ефективността на учебния процес с DSLearning може да бъде определена в следните насоки:

- Стимулира самостоятелната работа на студента. При грешен отговор на задача, студентът получава помощна информация, необходима за самостоятелно коригиране на допуснатата грешка. Най-често това е последователност от задачи с по-ниска сложност, целяща инициране у обучаемия на идея за правилното решение. Системата цели не количествена оценка на верните отговори, а създаване на рефлексивна среда за усвояване на знания.

- За изясняване на същността на всяко понятие се изхожда от практическата му приложимост и не се налагат ограничения за необходими знания по програмиране. Тежестта се измества от реализацията на основните операции за една структура от данни към тяхното използване в реални ситуации.

Организацията на учебния процес в DSLearning помага за развитието на следните умения:

- Възприемане на всяко понятие по структури от данни като цяло, определено от неговите характеристични свойства: натрупване на факти за структурите от данни и техните свойства в причинно-следствени връзки; извеждане на следствия от проявата на характеристичните свойства на една структура от данни; натрупване на факти за нови свойства при използване на експеримент, индукция, аналогия; организация на натрупания емпиричен материал за свойствата чрез абстрахиране и обобщаване.

- Избор на понятие, с чиято помощ може да се моделира реален процес (без софтуерна реализация): обоснован избор на свойство на дадена структура от данни, което имплементира спецификата на конкретен реален процес; откриване в различни реални ситуации на характеристичните свойства

на структурите от данни, но не изолирано, а в система; откриване в поведението на реален обект множество от достатъчни свойства, даващи възможност за моделиране с конкретна структура от данни; прилагане на базови свойства за моделиране на реален процес; генериране на идеи за структуриране на данни с цел моделиране на дадено отношение.

- Формализиране на реални процеси чрез изучените понятия по структури от данни в термините на език за програмиране: формиране на представа за формализиране на реален процес с конкретна структура от данни; формиране на критичност чрез сравнение на предимствата и недостатъците на различни реализации на реален процес (със и без изучаваното понятие); прецизност при моделиране на процеси с изучаваното понятие чрез акцентирание върху типични грешки; откриване на гранични случаи за разглеждания модел и изследване на поведението на обекта в тях; алтернативни начини за формализиране на дадено отношение чрез изучаваното понятие; възможности за оценка на оптималност на различни модели, използващи понятието относно зададен параметър; отделяне на подзадачи и възстановяване на цялото по части; комбиниране на известни начини за моделиране на нов процес; идеи за параметризиране на реални проблеми и управление на параметрите чрез свойствата на изучаваното понятие.

- Желание за задълбочаване на знанията: възможностите за практическо приложение засилват мотивацията и са естествена основа за по-задълбочено изучаване на тематиката.

Благодарности

Работата е частично подпомогната от Технически университет – Габрово по проект Д1603С и от Фонда за научни изследвания към Великотърновския университет по проект RD-09-422-13.

Литература

1. ACM/IEEE-CS Joint Task Force: Computer Science Curricula 2013
2. V. Dyankova, S. Kapralov, M. Yankov, Y. Ismailov, A Web-based Educational System for Learning Data Structures, International Journal of Technical Research and Applications, Volume 2, Issue 5 (Sep-Oct 2014), 126-132, e-ISSN: 2320-8163
3. R. Sedgewick, K. Wayne, Algorithms, 4th Edition, Addison-Wesley Professional, 2011, ISBN 0-321-57351-X.

Abstract: *The authors share their experience in the use of open educational resources in teaching algorithms and data structures.*

Keywords: *algorithms, data structures, education*