

ТЕХНОЛОГІЇ КОМПОЗИЦІЙНО-СТРУКТУРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

А.Я. Мушак

Тернопільський національний економічний університет,
вул. Львівська, 11, Тернопіль, 46020, Україна; e-mail: andriy_mushak@hotmail.com

Пропонується використання елементів композиційно-структурного моделювання для вирішення задач побудови інтерактивних дистанційних мультимедійних програм навчального призначення, які функціонують в середовищі Інтернет. Побудована математична модель навчальної системи з алгоритмом знаходження розв'язків задач при побудові навчальних програм за КСМ-технологією дозволяє реалізувати методику послуговування засобами інтерактивної мультимедіа в дистанційному навчанні. Запропонований підхід до створення курсів дистанційного навчання підвищує технологічність процесів навчання. На основі запропонованого підходу реалізовано ряд курсів дистанційного навчання.

Ключові слова: дистанційне навчання, композиційно-структурне моделювання, мультимедійні програми навчального призначення, прикладна програмна система

Вступ

Розвиток інформаційного суспільства характеризується підвищеними вимогами до рівня освіченості кожного його члена. Оскільки освіта створює фундамент розвитку будь-якої держави, то вона належить до стратегічно найважливіших напрямків впровадження телекомунікаційних та інформаційних технологій в Україні. Поступовий перехід до високоінтелектуального виробництва, невіддільний розвиток інформаційних технологій, який супроводжується впровадженням їх у повсякденність і, загалом, зростання темпу життя вимагає від кожної особистості постійного вдосконалення набутого рівня знань та оволодіння кардинально новими знаннями. Іншими словами, мова йде про необхідність навчання протягом усього життя.

Для розв'язання окресленої глобальної задачі прийнятливими є всі доступні засоби. Маємо на увазі як традиційні, так і новітні форми навчання [1–4]. Серед останніх чільне місце належить дистанційному навчанню через глобальні комп'ютерні мережі, оскільки воно має ряд істотних переваг в контексті сьогоденної ситуації порівняно із традиційним:

- забезпечує індивідуальний вибір траєкторії навчання: режиму, часу й швидкості;
- забезпечує постійний доступ студентів до навчальних матеріалів;
- забезпечує постійний контакт з викладачем: студент може в будь-який момент звернутися до викладача за допомогою;
- дає можливість залучати закордонних викладачів. Використовуючи мережу Інтернет, вони можуть навчати одночасно всіх бажаючих з різних країн світу. Викладачам не потрібно переїжджати з країни в країну для проведення лекцій;
- забезпечує постійне спілкування між студентами з метою як обговорення поточних питань в ході опрацювання навчального матеріалу, так і для контактування за взаємними інтересами;

▪ привносить економічний ефект – збільшення кількості студентів не вимагає суттєвих додаткових витрат. У даному реченні й далі, під словом „студент” слід розуміти кожного, хто навчається за програмою дистанційного курсу (наприклад, сюди відносяться учні середніх шкіл, студенти вузів, особи, які проходять перекваліфікацію, підвищують свій рівень знань тощо).

На сьогоднішній день технології дистанційного навчання знаходяться в стадії інтенсивного розвитку. Вагомий внесок у дослідження методології побудови інтерактивних дистанційних мультимедійних програм навчального призначення, вклали вітчизняні та зарубіжні вчені: О.М. Довгялло, В.Н. Кухаренко, М.І. Жалдак, В.В. Лапінський, В.М. Томашевський, П. Коммерс та інші [2–7], яким належить ряд важливих результатів, що стосуються розробки моделей, методів та технологій дистанційного навчання, проте значна кількість проблемних питань все ще потребує вирішення.

Ключовою задачею, яку вирішують сьогодні, є створення методології, яка б містила, з одного боку, методи підвищення технологічності при моделюванні процесів дистанційного навчання, а з іншого – методи дослідження та аналізу ефективності розглядуваного виду навчання.

У роботах [8, 9] пропонуються моделі та методика, які, в цілому, дозволяють говорити про створення елементів методології побудови курсів дистанційного навчання (КДН). Саме в цьому, а також у можливості використання в рамках запропонованого підходу різних технологій проектування та створення програмного забезпечення (в тому числі об'єктно-орієнтованих) і полягає актуальність дослідження.

Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – розробка елементів методології побудови інтерактивних дистанційних мультимедійних програм навчального призначення.

Відповідно до поставленої мети в статті ставляться й вирішуються такі задачі:

- розглянути засади технології композиційно-структурного моделювання;
- побудувати математичну модель навчаючої системи;
- дослідити застосування елементів технології композиційно-структурного моделювання (КСМ-технології) в КДН;
- реалізувати методіку послугоування засобами інтерактивної мультимедіа в дистанційному навчанні.

Елементи технології композиційно-структурного моделювання

Розглянемо елементи КСМ-технології з метою використання деяких з них для побудови КДН [10, 11]. Ця технологія дозволяє збільшити продуктивність праці розробників прикладних програмних систем (ППС) (що до них відносять і програми навчального призначення), покращити якість та надійність таких систем шляхом вироблення уніфікованих механізмів, моделей мов, методологій побудови ППС.

Монолітний спосіб проектування прикладних програм, а відтак, і наступного їх програмування, характерний для програмного забезпечення 1-го покоління. Складність і зростаюча вартість ППС дозволяє зробити висновок про недосконалість цього способу.

Технологічнішим принципом програмування є модульність, при якій програма проектується як деякий ланцюжок складових частин («цеглинок»), що одержали назву модулів. Кожна з таких «цеглинок» виступає як окрема програмна одиниця; її проектують автономно, автономно програмують і тестують, використовують у найрізноманітніших програмах, як складову частину, коли тільки за своїм

функціональним призначенням модуль відповідає потребам. Модульність забезпечує структурну адаптацію алгоритму до розв'язуваної задачі, до нього можна підключати нові «цеглини», змінювати та поновлювати старі аж до конструювання цілком нового алгоритму.

Розглянуті концептуальні основи макромодульного програмування, а саме, опис синтаксичних моделей мов макромодульного середовища програмування та опис верифікації композиційних схем доцільно використовувати для досягнення поставлених цілей.

При побудові КДН за КСМ-технологією виникає ряд оптимізаційних проблем, в цілому характерних для різних стадій розробки ППС. Зокрема, проблема вибору оптимального алгоритму в заданій множині конкуруючих алгоритмів при різних практично важливих припущеннях про властивості останніх може бути сформульована таким чином.

Нехай для розв'язання задачі $z_j \in Z$ визначена множина алгоритмів $A_j \in A$, за допомогою яких ця задача може бути розв'язана. Алгоритмам $A_{ji} \in A$ поставлена у відповідність послідовність характеризуючих їх параметрів $\alpha_{ji} = \{\alpha_{ji}^k : k = 1, \dots, q\}$. У множині A_j потрібно вибрати алгоритм A_{je} такий, щоб

$$\phi(\alpha_{je}, \gamma_{je}) = \text{ext}_i \cdot \phi(\alpha_{ji}, \gamma_{ji})$$

при деяких обмеженнях на α_{ji} .

Ця задача в загальному випадку є складною задачею багатокритеріальної оптимізації і з урахуванням потреб практики побудови КДН може набувати (прирівнюванням окремих параметрів a_k до нуля) різних часткових формулювань типу:

- серед усіх алгоритмів A знайти хоча б один алгоритм, за допомогою якого можна розв'язати дану задачу;
- у множині алгоритмів A знайти найефективніший за якимось одним показником, наприклад, за швидкістю для розв'язування даної задачі та інше.

Практичний інтерес викликає пошук такого алгоритму, всі показники якого найближче відповідали б вимогам користувача при розв'язуванні даної задачі.

Застосування елементів КСМ-технології для дистанційного навчання

Демонстрацією застосування елементів КСМ-технології в КДН може бути, зокрема, низка прикладів послугоування розглядуваною технологією для реалізації навчальних завдань.

Побудована математична модель навчаючої системи шляхом введення так званих функцій розширення $G_{\langle x^*, y^* \rangle}$ в просторі станів, визначенні операцій їх суми та добутку

$$G_{\langle x^*, y^* \rangle} + H_{\langle u^*, v^* \rangle}$$

$$G_{\langle x^*, y^* \rangle} \cdot H_{\langle u^*, v^* \rangle}$$

та складної функції $R_{\langle r, s \rangle}(x)$, яка задається рекурсивною схемою:

$$R_{\langle r,s \rangle}(x) = G_{\langle x^*, y^* \rangle}(x) | R_{\langle r,s \rangle}(x) + H_{\langle u^*, v^* \rangle} | R_{\langle r,s \rangle}(x) \cdot H_{\langle u^*, v^* \rangle} | H_{\langle u^*, v^* \rangle} \cdot R_{\langle r,s \rangle}(x).$$

Задачею на математичній моделі C називається пара станів $\langle x_0, y_0 \rangle$.

Складна функція $R_{\langle r,s \rangle}(x)$ називається розв'язком задачі $\langle x_0, y_0 \rangle$ на моделі C , якщо виконуються такі умови:

- 1) x_0 належить області визначення функції $R_{\langle r,s \rangle}(x)$, тобто $x_0 \in Z = \{z : z \geq r\}$.
- 2) $R_{\langle r,s \rangle}(x_0) \geq y_0$.

Показано, що для того, щоб функція $R_{\langle r,s \rangle}(x)$ була розв'язком задачі $\langle x_0, y_0 \rangle$, необхідно і достатньо, щоб виконувалась умова $x_0 \geq y_0^{\bar{s}} \vee r$.

Алгоритм побудови розв'язку задачі $\langle x_0, y_0 \rangle$ на моделі C зводиться до виконання такої послідовності кроків:

- 1) покласти $W_1 = \{G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^1(x) : G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^1(x) \in \mathfrak{Z}, x(j) \leq x_0, j = 1, \dots, m_1\}$;
- 2) нехай $G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^1(x) = \left(\sum_{j=1}^{m_1} G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^1(x) \right)(x)$ і $d_1 = G_{\langle x, y \rangle}^1(x_0)$, де

$$x = \bigvee_{j=1}^{m_1} x(j), \quad y = \bigvee_{j=1}^{m_1} y(j);$$

- 3) організувати ітераційний процес побудови множин W_i таким чином:

$$W_i = \left\{ G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^i(x) : G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^i(x) \in \mathfrak{Z} \setminus \bigcup_{l=1}^{i-1} W_l, x(j) \leq d_{i-1}, j = 1, \dots, m_1 \right\},$$

$$G_{\langle x, y \rangle}^i(x) = \left(\sum_{j=1}^{m_1} G_{\langle x(j), y(j) \rangle}^i(x) \right)(x) \text{ і } d_i = G_{\langle x, y \rangle}^i(d_{i-1}), \quad x = \bigvee_{j=1}^{m_i} x(j), \quad y = \bigvee_{j=1}^{m_i} y(j);$$

- 4) ітераційний процес зупиняється за умовою $W_i = \emptyset$;
- 5) якщо $W_i = \emptyset$ на $k+1$ кроці ітераційного процесу, то покласти

$$R_{\langle r,s \rangle}(x) = \left(\prod_{i=1}^k G_{\langle x, y \rangle}^i(x) \right)(x).$$

Твердження і наведений алгоритм дозволяють строго розв'язувати задачі контролю правильності виконання завдань, зокрема побудови графіків функцій. Це досягається шляхом визначення умов, при яких заданий графік можна побудувати, а також усіх можливих способів побудови графіка, які одержуємо як різні (відносно комутативності) розв'язки задачі на формальній моделі.

Опишемо деталі програмної реалізації одного з прикладів – побудови графіків функцій. Суть цього завдання полягає у наданні можливості студентів вправлятися у побудові графіків таких функцій, які є композицією інших (простіших функцій). Очевидним є те, що собою представлятимуть модулі для даної задачі в контексті КСМ-технології – це програми, які реалізують побудову графіка тієї чи іншої простої функції або ж їх композиції. До модулів відноситимемо й програму, що дозволяє відображати графіки як набори пікселів, а також подає координатну площину із необхідною інфраструктурою.

Шукане програмове забезпечення написано мовою Java. Кожен модуль програмної системи – це аплет. Для спрощення роботи послуговувалися інтегрованим середовищем програмування – JBuilder 5 Personal.

Особлива увага приділяється організації програмового коду. Зокрема, враховуючи те, що модулі не є статичними одиницями, зазначено нюанси передачі даних між ними в ході застосування інтерфейсу AppletContent. Відомо, що взаємодія між аплетами, розташованими на одній HTML-сторінці, передбачає лише звертання із одного з аплетів (аплет-клієнта) до методу, означеного в іншому аплеті (аплеті-сервері). В нашому випадку аплетом-сервером є аплет «Координатна площина»; решта аплетів – аплет-клієнти. У кожному із аплетів-клієнтів є звертання до методу

```
AddPoint (int Value_Of_Function, int red_Ingrad, int green_Ingrad,
int blue_Ingrad)
```

аплет-сервера. Це реалізується за допомогою контексту аплету.

```
appletServer=getAppletContext().getApplet("CoordinatePlane");
((Applet1) appletServer).AddPoint(y, red_Ingradient,
green_Ingradient,blue_Ingradient);
```

Метод AddPoint додає у масив значень функції нову точку. Вищенаведений фрагмент лістингу стверджує, що даний метод параметризований, передається не тільки значення функції, але й значення трьох величин типу int – складових кольору, що ним відображатиметься графік. Після закінчення формування масиву значень виконується метод paint(), що є перекритий нами. Завдяки цьому висвітлюється новий графік. Побудова графіків функцій вигляду $y = -f(x)$, $y = f(|x|)$, $y = |f(x)|$, $y = |f(|x|)$ та $y = f_1(x) + f_2(x)$ передбачає отримання у відповідний аплет одного чи двох масивів

```
(Value_Of_Function_Array_Second[])
```

```
(Value_Of_Function_Array_First[], Value_Of_Function_Array_Second[])
```

значень функції задля наступної його (їх) обробки. Для цього в аплеті «Координатна площина» визначені нижченаведені методи.

```
public int[] get_Value_Of_Function_Array_Second() {
return Value_Of_Function_Array_Second;
}
public int[] get_Value_Of_Function_Array_First() {
return Value_Of_Function_Array_First;
}
```

Природа дії цих методів тривіальна; вони повертають масиви значень функцій. Далі, використовуючи контекст аплету, зчитуються ці дані, наприклад,

```
appletServer=getAppletContext().getApplet("CoordinatePlane");
Value_Of_Function_Array_Local=((Applet1)
appletServer).get_Value_Of_Function_Array_Second();
```

після чого відбувається обробка масиву Value_Of_Function_Array_Local.

Практична реалізація завершується розглядом реалізації інтерактивності в КДН «Розміщення продуктивних сил України», який використовувався для навчання студентів у Міжнародному університеті фінансів. Побудовано «Курс комунікаційних та

інформаційних технологій», «Інтерактивна навчальна програма для викладачів з використанням телематики в дистанційному навчанні» та інші.

Зазначено, зокрема, як і якими засобами інтерактивної мультимедіа представлений лекційний матеріал курсу, як організований контроль отриманих студентом знань та в чому полягають особливості дизайну курсу.

Висновки

Застосовуючи методику використання засобів інтерактивної мультимедіа в КДН, розроблено підхід щодо використання КСМ-технології при розробці фрагментів КДН і запропонована математична модель навчаючої системи з алгоритмом знаходження розв'язків задач при побудові навчаючих програм за КСМ-технологією.

Розроблений підхід до побудови інтерактивних програм навчального призначення за допомогою КСМ-технології продемонстрований на конкретному прикладі застосування КСМ-технології в курсах дистанційного навчання. Розв'язано ряд задач, що виникають в процесі навчання, зокрема в ході побудови графіків елементарних функцій.

Підходи до моделювання різних процесів дистанційного навчання можуть бути основою інструментального середовища підтримки побудови курсів дистанційного навчання з урахуванням усього комплексу методологічних проблем, які при цьому виникають.

Список літератури

1. Белов, В.Н. Принципы организации и результаты экспериментального апробирования пакета подпрограмм, ориентированных на изготовление диалоговых обучающих программ / В.Н. Белов, А.М. Довгялло // Управляющие системы и машины. — 1978. — № 1. — С. 41–47.
2. Довгялло, А.М. Обучающие системы нового поколения / А.М. Довгялло, Е.Л. Ющенко / Управляющие системы и машины. — 1988. — № 1. — С. 83–86.
3. Кухаренко, В.М. Дистанційне навчання: умови застосування. Дистанційний курс [Текст] : навч. посібник / В.М. Кухаренко, О.В. Рибалко, Н.Г. Сиротенко; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. — Х. : НТУ «ХП», 2001. — 320 с.
4. Кухаренко, В.Н. Дистанційне навчання: Умови застосування. Дистанційний курс [Текст] / В.М. Кухаренко; За ред. В.М. Кухаренка. — Х. : Торсінг, 2002. — 320 с.
5. Томашевський, В.М. Моделювання систем [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом «Комп'ютерні науки», «Комп'ютеризовані системи, автоматика і управління», «Комп'ютерна інженерія», «Прикладна математика» / В.М. Томашевський; Ред. М.З. Згуровський. — К. : ВНУ, 2005. — 349 с.
6. Информационные и коммуникационные технологии для среднего образования. Специализированный учебный курс / П. Коммерс, М. Семерлинг. — М. : Изд. Дом «Обучение-Сервис», 2005. — 128 с.
7. Мушак, А. Дистанційне навчання: від побудови моделей до генерації програмного коду / А. Мушак, О. Провотар // Вісник Тернопільського національного технічного університету. — 2003. — № 1. — С. 107–115.
8. Мушак, А.Я. Комп'ютерне моделювання процесів дистанційного навчання в Інтернет-технологіях [Текст] : автореф. дис... канд. техн. наук: 01.05.02 / Мушак Андрій Ярославович ; НАН України, Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова. — К., 2004. — 20 с.
9. Мушак, А. Методологія використання інтерактивної мультимедіа в дистанційному навчанні / А. Мушак // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі». — Ірпінь, 2000. — С. 319–320.
10. Мушак, А. Использование коммуникационных и информационных технологий преподавателями / А. Мушак // Материалы VII Международной конференции по дистанционному образованию «Дистанционное образование: открытые и виртуальные среды». — М., 1999. — С. 190–197.

11. Mushak, A. Using the interactive multimedia in distance course «Communication and information technologies (CIT-course)» // Proc. Seminar about Computers in School POŠKOLE'99. — Lázně Sedmihorky (Czech Republic), 1999. — PP. 119–121.

ТЕХНОЛОГИИ КОМПОЗИЦИОННО-СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Я. Мушак

Тернопольский национальный экономический университет,
ул. Львовская, 11, Тернополь, 46020, Украина; e-mail: andriy_mushak@hotmail.com

Предлагается использование элементов композиционно-структурного моделирования для решения задач построения интерактивных дистанционных мультимедийных программ учебного назначения, функционирующих в среде Интернет. Построенная математическая модель обучающей системы с алгоритмом нахождения решений задач при построении учебных программ по КСМ-технологии позволяет реализовать методику использования средств интерактивной мультимедиа в дистанционном обучении. Предложенный подход к созданию курсов дистанционного обучения повышает технологичность процессов обучения. На основе предложенного подхода реализован ряд курсов дистанционного обучения.

Ключевые слова: дистанционное обучение, композиционно-структурное моделирование, мультимедийные программы учебного назначения, прикладная программная система

TECHNOLOGY COMPOSITION AND STRUCTURAL SIMULATION DISTANCE LEARNING

Andriy Y. Mushak

Ternopil National Economic University,
11 Lvivska str, Ternopil, 46020, Ukraine; e-mail: andriy_mushak@hotmail.com

Proposed is to use the elements of compositional and structural modeling (KSM) to solve the problems related to the development of web-based interactive multimedia software applications for distance learning and training. When developing learning and training software with KSM approach, the mathematical model of learning and training system with problem solution finding algorithm developed makes it possible to implement a methodology of using interactive multimedia means in distant learning and training. The approach proposed to develop distance learning and training courses increases the technological flexibility of learning and training processes. Based on the approach proposed, a number of learning and training courses has been already developed.

Keywords: distance learning, compositional and structural modeling, multimedia programs for educational purposes, the application software system