

УДК 004.9

В.В. Любченко, канд. техн. наук, доц., Одес.нац.
політехн. ун-т

АДАПТИВНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ НАВЧАЛЬНОГО КУРСУ

В.В. Любченко. Адаптивні перетворення моделі предметної області навчального курсу. Розроблено методики адаптації змістовної моделі навчального курсу, адаптації моделі цілей та логічних обмежень та адаптації навчальної траєкторії, які складають метод адаптивних перетворень моделі предметної області навчального курсу. Результати можуть бути застосовані для будь-якої форми організації навчального процесу.

Ключеві слова: адаптивні перетворення, навчальний курс, організація навчального процесу.

В.В. Любченко. Адаптивные преобразования модели предметной области учебного курса. Разработаны методики адаптации содержательной модели учебного курса, адаптации модели целей и логических ограничений и адаптации учебной траектории, составляющих метод адаптивных преобразований модели предметной области учебного курса. Результаты применимы для любой формы организации учебного процесса.

Ключевые слова: адаптивные преобразования, учебный курс, организация учебного процесса.

V.V. Liubchenko. Adaptive transformations of the training course domain model. Methods have been developed to adapt the content model of the course, adapt the model of goals and constraints of logic and adaptation of learning trajectory that make up the method of adaptive changes of the course domain model. The results are applicable to any form of learning process organization.

Keywords: adaptive transformations, training course, learning process organization.

Стандартна задача навчання полягає в тому, щоб об'єкт навчання щонайкраще засвоїв визначену інформацію. Слід врахувати те, що під час навчання відбуваються зміни двох типів. По-перше, відбуваються зміни в предметній області навчального курсу. По-друге, об'єкт навчання набуває нових знань та вмінь, що змінює його властивості і характеристики. Отже процес навчання доцільно зробити адаптивним, тобто таким, що пристосовується до зовнішніх факторів адаптації та індивідуальних особливостей об'єкту навчання, які, в загальному випадку, можуть змінюватися в процесі навчання [1].

Методи адаптації процесу навчання є важливою темою досліджень останнього часу в області електронного навчання. Проте якщо проаналізувати існуючі роботи в галузі розробки механізмів адаптації, то треба визнати, що основна увага в розробках приділяється рівню контактів моделі інформаційної взаємодії об'єкту і суб'єкту навчання [2]. До того ж слід зазначити, що існуючі роботи з адаптації навчальних курсів мають обмежену область застосувань, а саме їх можна застосовувати лише для електронного навчання.

Метою цієї роботи є розробка методу використання особливостей структури інформаційної моделі предметної області навчального курсу для забезпечення адаптивності навчального курсу і процесу навчання.

Структура інформаційної моделі предметної області навчального курсу [3] та побудованих на її основі змістовної моделі та асоціативної карти навчального курсу [4] є збором відносно незалежних навчальних модулів. Така властивість інформаційної моделі предметної області навчального курсу дозволяє спростити метод адаптації завдяки можливості розділити структурну адаптивність та адаптивність траєкторії, а також скоротити інформаційний вміст додаткових робіт на адаптацію завдяки підтримці модульності.

Адаптація змістовної моделі навчального курсу. Потреба в адаптації змістовної моделі навчального курсу може виникати, наприклад, в таких випадках:

1. змінюється стандарт підготовки фахівців певного напрямку, що призводить до змін в переліку змістовних модулів та/або в часових рамках на вивчення курсу;

2. змінюється предметна область, яка вивчається в навчальному курсі, що призводить до змін в моделі предметної області навчального курсу.

Розглянемо, як це впливає на змістовну модель навчального курсу. Оскільки ця модель є гетероієрархією [4], тобто зважаючи на повторюваність структури вкладених підобластей, вона є зручною для модифікації. В змістовній моделі зв'язок між кожною вершиною і її підлеглими вершинами є співвідношенням деталізації. Тобто, кожна підлегла вершина в ієрархії змістовної моделі навчального курсу “потрібна” для своєї батьківської вершини, а інших причин для її існування немає. Отже, якщо вершина з певних причин видаляється з ієрархії (наприклад, відповідний змістовний модуль виведено з навчального курсу), по-перше, всі її підлегли вершини стають непотрібними і можуть бути вилучені без шкоди для решти моделі, по-друге, немає необхідності вилучення інших фрагментів моделі. Аналогічно, якщо виникає необхідність додати певний модуль до моделі, то достатньо додати відповідну вершину з її підлеглими, і немає потреби встановлювати додаткові зв'язки між підлеглими вершинами і рештою моделі.

Адаптація змістовної моделі навчального курсу має відбуватися згідно з такою методикою:

1. Визначити елементи (змістовні модулі та/або навчальні концепти), які підлягають видаленню зі змістовної моделі.

2. Вилучити зі змістовної моделі кінцеві вершини або куці (батьківські вершини з їх підлеглими), які відповідають елементам, що підлягають видаленню.

3. Перевірити, що як результат отримано зв'язну гіперієрархію, тобто в моделі після перетворень не з'явилися ізольовані вершини. В іншому випадку переглянути внесені зміни.

4. Виконати абстрагування елементів, які додаються до моделі, в формі окремих вершин або дерев.

5. Визначити вершини, для яких елементи, що додаються, є підлеглими, та поєднати їх з коренями відповідних моделей елементів.

6. Звернемо увагу на те, що описана методика адаптації підтримує незалежність підобластей в змістовній моделі навчального курсу.

Адаптація моделі цілей та логічних обмежень. Для моделювання навчальних цілей та логічних обмежень, які накладаються на навчальний курс, використовується математичний апарат асоціативних зв'язків та асоціативна карта навчального курсу [4].

Щодо адаптації навчального курсу адаптивна карта грає дві ролі. З одного боку, вона додає інформацію для аналізу якості структури моделі предметної області, оскільки завдяки апарату асоціативних зв'язків можна врахувати логічні обмеження на порядок вивчення концептів, які визначаються поточним станом предметної області. Крім цього зміни в поточному стані предметної області можуть викликати потребу в змінах множини навчальних цілей. Отже асоціативна карта забезпечує структурну адаптивність. З іншого боку, асоціативна карта може відбивати і особисті характеристики об'єкту навчання, адаптуючи множину навчальних концептів та рекомендований порядок вивчення концептів. Отже вона забезпечує адаптивність траєкторії.

Зміна моделі цілей та логічних обмежень навчального курсу має відбуватися згідно з такою методикою:

1. Прийняти рішення щодо необхідності адаптації моделі цілей та логічних обмежень та визначити фактори, які зумовлюють цю потребу.

2. Визначити або скоректувати контексти навчальних концептів. Відповідно до цих контекстів визначити асоціативні зв'язки та обчислити їх силу.

3. Побудувати асоціативну карту.

Звернемо увагу на те, що адаптація змістовної моделі навчального курсу не є обов'язковою передумовою для адаптації його моделі цілей та логічних обмежень. Вірно і зворотне, адаптація змістовної моделі навчального курсу не потребує обов'язкової адаптації його моделі цілей та логічних обмежень.

Адаптація траєкторії навчання. Адаптація траєкторії стосується ситуації, коли на одній базовій моделі предметної області реалізуються різні траєкторії навчання, як реакція на різні характеристики об'єктів навчання.

Адаптація траєкторії є дослідженим питанням в навчальних системах адаптивної гіпермедіа [5], вона реалізується з використанням оверлейної моделі об'єкту навчання, яка заснована на структурній моделі предметної області і представляє знання об'єкта навчання як перекриття моделі предметної області [6]. Очевидно, що оверлейна модель знань об'єкту навчання може бути застосована для адаптації траєкторії лише на рівні контактів моделі інформаційної взаємодії об'єкту і суб'єкту навчання, і не може бути реалізована на рівні структури [2].

Для забезпечення адаптації траєкторії на рівні структури слід знову скористатися з моделі предметної області навчального курсу, а саме з асоціативної карти навчального курсу. Інтерес в цьому контексті складають вершини-перемикачі, з яких виходить більше однієї дуги. Якщо дугам, що виходять з вершини-перемикача, відповідають однакові значення міри асоціативного зв'язку, то вибір порядку обходу не може бути визначений дидактичними міркуваннями. Приклади таких ситуацій наведено на рис. (сірим кольором позначено вершину-перемикач, в якій вибирається порядок обходу).

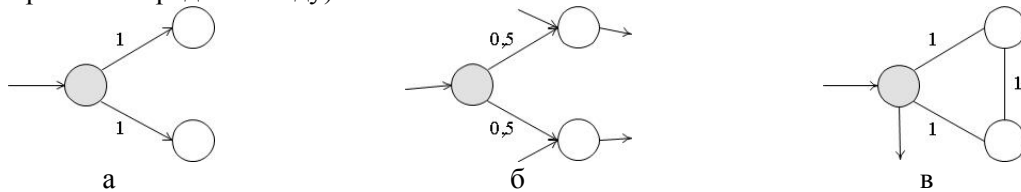


Рис. Приклади дидактично нерозрізних ситуацій: зв'язок з вершинами-нащадками (а), зв'язок з вершинами, що відповідає асоціації за логікою (б) та зв'язок з вершинами, що відповідає асоціації за метою (в)

Сформульований в [7] алгоритм будування навчальної траєкторії в подібних випадках впорядковує вершини для обходу після вершини-перемикача відповідно до того, як вони зберігаються в пам'яті обчислювальної машини. Цілком природно при попаданні до вершини-перемикача дати можливість об'єкту навчання самостійно визначити порядок обходу.

Очевидно, що алгоритм будування навчальної траєкторії може бути модифікований для забезпечення адаптації траєкторії. Проте в цьому випадку виникає проблема експоненційного росту кількості можливих траєкторій, що значно збільшить інформаційний вміст робіт з реалізації адаптації траєкторії та безумовно створить проблему контрольованості процесу навчання. Обмежити ці трудовитрати можна, якщо дотримуватися трьох принципів:

- адаптований навчальний курс має модульну структуру, отже необхідні для задачі адаптації зміни не поширюються на всю модель предметної області навчального курсу;
- кожний навчальний модуль призначений для забезпечення однозначного і корисного результату, хоча ці результати відносно незалежні, вони взаємодіють для досягнення навчальних цілей курсу;
- навчальні модулі автономні і самодостатні, вони можуть виконувати свої функції незалежно від навчального середовища.

Таким чином, для спрощення ситуації слід розглядати навчальний курс як конструкцію, що складається з відносно незалежних навчальних модулів, які пов'язані в мережу завдяки асоціаціям за логікою. В цьому випадку отримуємо дворівневу конструкцію: мережу навчальних модулів та мережі навчальних концептів в рамках кожного з навчальних модулів. Тоді визначення траєкторії навчання виконується на двох рівнях: впорядкування навчальних модулів, яке виконується тільки за допомогою алгоритму будування навчальної траєкторії, та впорядкування концептів, яке виконується з залученням об'єкту навчання.

Навчальні модулі, які розглядаються в контексті забезпечення адаптації навчальної траєкторії, можуть бути утворені на двох базових принципах.

По-перше, навчальний модуль утворюють концепти, між якими існують залежності “батько-нащадок” і немає принципової різниці, в якому порядку виконувати обхід нащадків (див. рис. 1а). Така множина концептів є відносно незалежною і має поєднання з рештою моделі одним концептом — концептом-батьком. Будь-які зміни в такому модулі не розповсюджуються за межі модуля. Оскільки впорядкування навчальних модулів виконуватиметься з використанням алгоритму будівництва навчальної траєкторії, групу концептів, пов’язаних залежностями “батько-нащадок” слід згорнути в мета-вершини типу SubTree. Таке перетворення, очевидно, впливає на вагові коефіцієнти дуг і ребер перетвореної асоціативної карти, які слід розрахувати за формулою

$$ass(c_i^{ST}, c_j) = ass(c_i, c_j) + \sum_{c_{i,k} \in R_L^{fc}(c_i, c_{i,k})} ass(c_{i,k}, c_j), \quad (1)$$

де $R_L^{fc}(\cdot, \cdot)$ — відношення асоціації за логікою між вершиною-батьком та вершиною-нащадком;

c_i^{ST} — мета-вершина, що відповідає концепту-батьку c_i .

По-друге, навчальні модулі відповідають модулям ефективною декомпозиції, яка досягається максимізацією зв’язності і мінімізацією зчеплення. Для виконання такої декомпозиції навчального матеріалу пропонується розкласти асоціативну карту на компоненти сильної зв’язності. Знайдені таким чином модулі слід згорнути в мета-вершини типу StrCon для забезпечення можливості побудувати навчальну траєкторію. Вагові коефіцієнти для дуг та ребер перетвореної асоціативної карти розраховуються як

$$ass(c_k^{SC}, c_l^{SC}) = \sum_{c_i \in C_k^{SC}} \sum_{c_j \in C_l^{SC}} ass(c_i, c_j), \quad (2)$$

де C_k^{SC}, C_l^{SC} — k -а та l -а компоненти сильної зв’язності;

c_k^{SC}, c_l^{SC} — відповідні мета-вершини

Отже інформаційний граф для будівництва траєкторії на навчальних модулях визначимо відповідно до наступного алгоритму:

1. Згорнути множини вершин асоціативної карти, які пов’язані відношення “батько-нащадок”, в мета-вершини типу SubTree.
2. Розрахувати вагові коефіцієнти для дуг отриманого графу (1)
3. Визначити компоненти сильної зв’язності отриманого графу.
4. Згорнути множини вершин графу, які входять до компонент сильної зв’язності, в мета-вершини типу StrCon.
5. Розрахувати вагові коефіцієнти дуг отриманого графу (2)

На отриманому інформаційному графі спочатку слід встановити логічність викладання, тобто порядок вивчення навчальних модулів. Після цього для кожного модуля може бути визначений рекомендований порядок обходу концептів. Проте у випадку дидактично нерозрізних ситуацій право визначення порядку обходу може бути також передано об’єкту навчання. В цьому випадку слід контролювати, що об’єкт навчання вивчив всі концепти навчального модуля. З цією метою слід використовувати властивості вершин-перемикачів та оверлейну модель об’єкту навчання. Таким чином, адаптація траєкторії навчання базується не тільки на властивостях рівня структури моделі інформаційної взаємодії суб’єкта і об’єкта навчання, а і потребує можливостей, що їх забезпечують рівень транспорту і рівень контактів [2].

Метод адаптивних перетворень моделі предметної області навчального курсу. Як результат виконаного аналізу можемо стверджувати, що виконання структурної адаптації має передувати виконанню адаптації траєкторії, оскільки перша стосується тільки рівня структури моделі інформаційної взаємодії об’єкта і суб’єкта навчання.

Враховуючи всі викладені вище міркування, метод адаптивного перетворення слід реалізовувати як послідовність таких фаз.

Фаза 0: аналіз

0.1. Визначення задачі адаптації

Фаза 1: структурна адаптація (рівень структури моделі інформаційної взаємодії об'єкту та суб'єкту навчання)

1.1. Модифікація змістовної моделі навчального курсу відповідно до змін його предметної області.

1.2. Модифікація асоціативної карти навчального курсу.

Фаза 2: адаптація траєкторії (рівень структури моделі інформаційної взаємодії об'єкту та суб'єкту навчання)

2.1. Визначення незалежних навчальних модулів для забезпечення об'єкту навчання можливостей з адаптації навчання.

2.2. Визначення вершин-перемикачів, які надають можливість адаптації навчальної траєкторії до властивостей об'єкту навчання.

2.3. Будування траєкторії навчання на інформаційному графі з забезпеченням можливості адаптації.

Фаза 3: передача навчального курсу (рівні транспорту та контактів моделі інформаційної взаємодії об'єкту та суб'єкту навчання)

3.1. Передача чергового навчального модуля об'єкту навчання.

3.2. Контроль вивчення концептів, які належать навчальному модулю.

3.3. Модифікація оверлейної моделі об'єкту навчання.

Отже розроблений метод адаптивних перетворень значною мірою ґрунтується на використанні особливостей структури інформаційної моделі предметної області навчального курсу, що дозволяє використовувати його для забезпечення адаптивності навчальних курсів будь-якої форми організації процесу навчання. Основною властивістю цього методу є чітке відокремлення структурної адаптивності, яка є реакцією на зміни предметної області навчального курсу, від адаптивності траєкторії, яка є реакцією на зміни об'єкта навчання, що спрощує проектування адаптивності навчального курсу та підвищує гнучкість процесу адаптації.

Література

1. Растрингін Л.А. Адаптація складних систем / Растрингін Л.А. — Рига: Зинатне, 1981. — 375 с.
2. Любченко В.В. Уровневая модель взаимодействия в электронном обучении / Любченко В.В. // Компьютерные науки и технологии. Технический университет Варна. — 2009. — Брой 2. — С. 59 — 63.
3. Любченко В.В. Онтологічна модель знань про предметні області навчальних курсів / Любченко В.В.// IX міжнародна научна конференція ім. Т.А.Таран «Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ—2009», Київ, 19—22 мая 2009г.: сб.тр. — К.: Просвета, 2009. — С. 269 — 275.
4. Любченко В. Інформаційні моделі на основі теорії графів для аналізу навчальних курсів / Любченко В. // Комп'ютерні науки та інформаційні технології: Матеріали 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції CSIT—2009. — Львів: Видавництво ПП «Вежа і Ко», 2009. — С. 311 — 313.
5. Brusilovsky P. Methods and techniques of adaptive hypermedia / Brusilovsky P.// User Modeling and User—Adapted Interaction. — 1996. — № 6. — P. 87 — 129.
6. Nwana H.S. Intelligent Tutoring Systems: an overview / Nwana H.S. // Artificial Intelligent Review. — 1990. — 4. — P. 251 — 277.
7. Любченко В. Модифікований алгоритм топологічного сортування для будування навчальної траєкторії / Любченко В., Саприкін І. // Технічні вісті. — 2010. — № 1 (31), 2 (32). — С. 163 — 165.

References

1. Rastrigin L.A. Adaptatsiya slozhnykh sistem [Adaptation of Complex Systems] / Rastrigin L.A. — Riga, 1981. — 375 pp.
2. Lyubchenko V.V. Urovnevaya model' vzaimodeystviy v elektronnom obuchenii [The Layered Model of Interaction in E-Learning] / Lyubchenko V.V. // Kompyuterni nauky i tehnologii. Tekhnicheskii universitet Varna [Computer Science and Technology. Technical University of Varna]. — 2009. — Broj 2. — PP. 59 — 63.
3. Lyubchenko V.V. Ontologichna model znan pro predmetni oblasti navchalnykh kursiv [Ontological Model of Knowledge on Subject Domains of Training Courses] / Lyubchenko V.V. // IX mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya im. T.A.Taran «Intellektual'nyy analiz informatsii IAI-2009», Kiev, 19-22 maya 2009 g.: sb.tr. [IX International Scientific T.A.Taran Conference “Intelligent Data Analysis IAI-2009”, Kyiv, 19-22 May, 2009: Proceedings] — Kyiv, 2009. — PP. 269 — 275.
4. Lyubchenko V. Informatsiini modeli na osnovi teorii hrafiv dlia analizu navchalnykh kursiv [Information Models Based on Graph Theory to Analyze Training Courses] / Lyubchenko V. // Kompiuterni nauky ta informatsiini tekhnologii: Materialy 4—yi Mizhnarodnoi naukovo—tekhnichnoi konferentsii CSIT—2009 [Computer Science and Information Technology: Materials of the 4th International Scientific-Technical Conference CSIT-2009]. — Lviv, 2009. — PP. 311 — 313.
5. Brusilovsky P. Methods and techniques of adaptive hypermedia / Brusilovsky P. // User Modeling and User-Adapted Interaction. — 1996. — # 6. — PP. 87 — 129.
6. Nwana H.S. Intelligent Tutoring Systems: an overview / Nwana H.S. // Artificial Intelligent Review. — 1990. — 4. — PP. 251 — 277.
7. Lyubchenko V. Modyfikovanyi alhorytm topologichnoho sortuvannia dlia buduvannia navchalnoi traiektorii [The Modified Algorithm of Topological Sorting for Construction of Learning Trajectory] / Lyubchenko V., Saprikin I. // Tekhnichni visti [Technical News]. — 2010. — # 1 (31), 2 (32). — PP. 163 — 165.

Рецензент д-р екон. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-та Філіппова С.В.

Надійшла до редакції 6 жовтня 2011р.