УДК 004.02

В.В. ЛЮБЧЕНКО, к.т.н., доц. ОНПУ, Одеса,
О.С. ШИНКАРЮК, бакалавр ОНПУ, Одеса

МЕТОД БУДУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ТРАЄКТОРІЇ В УМОВАХ МОБІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто вплив на вимоги до навчального матеріалу обмеженості у часі сеансів навчання в умовах мобільного навчання. Модифіковано алгоритм визначення компонент сильної зв'язності для застосування його до змішаних графів з метою отримання декомпозиції навчального курсу. Запропоновано метод будування навчальної траєкторії на основі множин пов'язаних навчальних концептів. Бібліогр.: 8 назв.

Ключові слова: мобільне навчання, компоненти сильної зв'язності, декомпозиція навчального курсу, навчальна траєкторія.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток та популяризація мобільних пристроїв, таких як смартфони, нетбуки, планшетні комп'ютери, карманні персональні комп‘ютери (КПК) і мобільні телефони, призвів до виникнення ідеї про їх використання в процесі навчання для створення освітнього середовища. *Мобільне навчання* (*m*-learning) – це форма навчання, яка комбінує можливості мобільних обчислювальних пристроїв з можливостями електронного навчання [1].

Мобільне навчання повинно давати можливість об'єктам навчання отримувати необхідну інформацію, що стосується навчального курсу, в будь-який час та з будь-якого місця. Цією інформацією можуть бути адаптовані навчальні матеріали, приклади практичного застосування теоретичного матеріалу, посилання на додаткові ресурси тощо. Процес навчання здійснюється відповідно до *навчальної траєкторії* – логічної послідовності вивчення навчального курсу, яка дозволяє досягти всі навчальні цілі цього курсу. Але при будуванні навчальної траєкторії слід враховувати особливість мобільного навчання – обмеження у часі сеансів навчання, які пов'язані з його технічними (наприклад, обмеження заряду джерела енергії мобільного пристрою) та організаційними (наприклад, мобільність об'єкта навчання) умовами.

Аналіз літератури. Будування навчальної траєкторії є дослідженим питанням в галузі електронного навчання. Знання об'єкта навчання в будь-якій області найчастіше представляються *оверлейною моделлю*, яка заснована на структурній моделі предметної області [2, 3] представленій як мережа концептів. Концепти пов'язані один з одним, утворюючи в такий спосіб семантичну мережу, яка відбиває структуру предметної області навчального курсу. Ідея оверлейної моделі полягає в тому, щоб

представити знання об’єкту навчання з певної теми як перекриття або накладення на модель предметної області. Для кожного концепту моделі предметної області, індивідуальна оверлейна модель зберігає визначене значення, яке є оцінкою рівня знань об’єкту навчання щодо цього концепту.

Слід зазначити, що всі роботи з цієї тематики як одиниці, на яких виконується будування навчальної траєкторії, розглядають окремі концепти навчального курсу або окремі об’єкти навчального матеріалу [4]. Такий підхід є цілком виправданим в умовах, коли об’єкт навчання має постійний доступ до навчального ресурсу. Але в умовах мобільного навчання він призводить до певних утруднень. Для ефективного використання мобільних ресурсів об’єкт навчання має завантажувати на свій пристрій матеріали, які пов’язані з певною множиною навчальних концептів. Проте існуючи методи будування навчальної траєкторії не надають рекомендацій щодо формування подібних множин. Отже об’єкт навчання може спотворити заплановану в навчальному курсі послідовність вивчення концептів, чим погіршить власне розуміння навчального матеріалу.

Мета роботи – розробка методу будування навчальної траєкторії для використання в умовах мобільного навчання, який забезпечує поліпшення розуміння навчального матеріалу в умовах обмежених у часі сеансів навчання.

Математична модель структури навчального матеріалу. Як показано в [5], для аналізу структурованості і логічної зв’язності навчального матеріалу – головних факторів, що визначають його якість – доречно використовувати апарат асоціативних зв’язків і побудовану на їх основі асоціативну карту навчального курсу. *Асоціативна карта* – це змішаний граф, вершинам якого відповідають концепти навчального матеріалу, а ребрам/дугам – визначені на цих концептах асоціативні зв'язки. Цей граф є зваженим, вагові коефіцієнти ребер/дуг визначаються мірою асоціативного зв’язку $ass(c_i, c_j)$, який моделюється відповідними ребрами/дугами. Очевидно, що множинам пов’язаних концептів навчального курсу відповідають підграфи асоціативної карти.

Ключовою властивістю шуканих множин пов’язаних концептів – навчальних модулів – є їх незалежність. Для того, щоб отримати незалежний навчальний модуль слід дотримуватися принципів зв’язності і зчеплення [6]. *Принцип зв’язності* полягає в тому, що кожен навчальний модуль має бути сконцентрований на одній і тільки на одній цілі. Відбір і організація контенту і діяльностей для навчального модуля зосереджена на його цілі. *Принцип зчеплення* стверджує, що навчальний модуль має

бути як найменше прив'язаний до інших модулів. Тобто зміст навчального модуля не повинен посилатися та використовувати матеріал іншого навчального модуля таким чином, щоб створювати необхідні залежності, оскільки потім цей модуль не може бути використаний незалежно від інших.

Використання принципів зв'язності та зчеплення приводить до будування декомпозиції, яка забезпечує простоту додавання, зміни і видалення навчальних модулів, а також можливість їх повторного використання. Асоціативна карта може стати основою для будування такої декомпозиції.

Алгоритм будування декомпозиції. В умовах обмеження у часі сеансів навчання виникає потреба представляти навчальний матеріал компактними порціями, які з одного боку будуть достатньо цілісними, а з іншого – досить самостійними. Для виконання такої декомпозиції навчального матеріалу пропонується розкласти асоціативну карту на компоненти сильної зв'язності. Компонента сильної зв'язності орієнтованого графа $G=(V,E)$ є максимальною множиною вершин $T \subseteq V$, такою що пари вершин u та v з T досяжні одна з одної. Для ефективного пошуку компонент сильної зв'язності звичайно використовують алгоритм Косарайю, який дозволяє виконати пошук таких компонент за лінійний час та пам'ять [7].

Необхідно зазначити, що цей алгоритм розрахований на пошук компонент сильної зв'язності тільки в орієнтованому графі. В нашому випадку, як було зазначено вище, асоціативна карта є змішаним графом, тому виникає потреба в модифікації алгоритму. Сформулюємо алгоритм будування декомпозиції змішаного графу на компоненти сильної зв'язності:

1. Початкове перетворення змішаного графу.
   a. Кожне ребро змішаного графу замінити на дві протилежно спрямовані дуги.
   b. Якщо в графі між парою вершин v та u існує три дуги, дві з яких спрямовані в одному напрямку і одна в протилежному, замінити їх всі дугою в напрямку двох односпрямованих дуг.

Як результат отримуємо орієнтований граф.

2. Інвертування ребер орієнтованого графа. Як результат отримуємо звернений граф.

3. Виконання пошуку в глибину на зверненому графі. Як результат отримуємо вектор обходу вершин зверненого графу.

4. Виконання пошуку в глибину на орієнтованому графі, отриманому на кроці 1, з вибором не відвіданої вершини з максимальним

порядковим номером у векторі обходу, отриманому на кроці 3. Як результат отримуємо ліс з дерев, кожне з яких відповідає компоненті сильної зв'язності.

Метод будування навчальної траєкторії. В умовах мобільного навчання задача будування навчальної траєкторії є, фактично, задачею визначення порядку вивчення навчальних модулів. Для її рішення слід виконати такі дії:

1. Побудувати декомпозицію асоціативної карти навчального курсу на компоненти сильної зв'язності.

2. Згорнути множини вершин асоціативної карти, які входять до компонент сильної зв'язності, в мета-вершини.

3. Розрахувати вагові коефіцієнти дуг отриманого конденсату асоціативної карти як

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

де $ass(c_i, c_j)$ – міра асоціативного зв'язку між навчальними концептами c_i та c_j; c_k^{SC}, c_l^{SC} – вершини конденсату асоціативної карти, що відповідають k-й та l-й компонентам сильної зв'язності.

4. Визначити порядок вивчення навчальних модулів.

В [8] сформульовано алгоритм будування навчальної траєкторії на основі асоціативної карти навчального курсу, який може бути застосований і для її конденсату з метою визначення порядку вивчення навчальних модулів.

Висновки. Як результат виконаної роботи запропоновано метод будування навчальної траєкторії в умовах мобільного навчання. Цей метод полягає в знаходженні на асоціативній карті навчального курсу компонент сильної зв'язності і будуванні навчальної траєкторії на конденсаті асоціативної карти.

Використання запропонованого методу будування навчальної траєкторії дозволяє підвищити ефективність процесу мобільного навчання. Об'єкт навчання при поєднанні з навчальним ресурсом завантажуватиме на свій мобільний пристрій навчальні матеріали, що стосуються відносно незалежної множини тісно пов'язаних навчальних концептів. Порядок вивчення навчальних модулів строго визначатиметься на основі асоціативних зв'язків, що існують між навчальними концептами, тобто на основі об'єктивних характеристик моделі предметної області навчального курсу, а не особистих преференцій об'єкту навчання.

Список літератури: 1. *El-Hussein M.O.M.* Defining Mobile Learning in the Higher Education Landscape [Електронний ресурс] / *M.O.M. El-Hussein, J.C. Cronje* // Educational Technology & Society. – 2010. – 13 (3). – P. 12 – 21. – Режим доступу до журн.: http://findarticles.com/p/articles/mi_7100/is_3_13/ai_n56337671/. **2.** *Nwana H.S.* Intelligent Tutoring Systems: an overview [Електронний ресурс] / *H.S. Nwana* // Artificial Intelligent Review. – 1990. – 4. – P. 251 – 277. – Режим доступу до журн.: http://www.compassproject.net/sadhana/teaching/readings/its.pdf. **3.** *Martins A.C.* User Modeling in Adaptive Hypermedia Educational [Електронний ресурс] / *A.C. Martins, L. Faria, C. Vaz de Carvalho, E. Carrapatoso* // Systems. Educational Technology & Society. – 2008. – 11 (1). – P. 194 – 207. – Режим доступу до журн.: http://www.ifets.info/journals/11_1/14.pdf. **4.** *De Bra P.* Adaptive Web-based Educational Hypermedia [Електронний ресурс] / *P. De Bra, L. Aroyo, A. Cristea* // Web Dynamics, Adaptive to Change in Content, Size, Topology and Use / Eds. Levene M., Poulovassilis A. – Springer, 2004. – P. 387 – 410. – Режим доступу до книги: http://wwwis.win.tue.nl/~debra/dm-elearning.pdf. **5.** *Любченко В.В.* Асоціативна карта для аналізу якості навчальних курсів / *В.В. Любченко, І.І. Саприкін, Є.О. Сичов, О.С. Шинкарюк* // Електромашинобудування та електрообладнання. – Вип. 72. – К.: Техніка, 2009. – С. 208 – 211. **6.** *Boyle T.* Design principles for authoring dynamic, reusable learning objects [Електронний ресурс] / *T. Boyle* // Australian Journal of Educational Technology. – 2003. – 19(1). – P. 46 – 58. – Режим доступу до журн.: http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet19/boyle.html. **7.** *Sedgewick R.* Algorithms in Java / *R. Sedgewick* – Addison Wesley, 2002. – 768 p. **8.** *Любченко В.* Модифікований алгоритм топологічного сортування для будування навчальної траєкторії / *В. Любченко, І. Саприкін* // Технічні вісті. – 2010. – № 1 (31), 2 (32). – С. 163 – 165.

Стаття представлена д.т.н., проф. ОНПУ Крісіловим В.А.

УДК 004.02

Метод построения учебной траектории в условиях мобильного обучения / Любченко В.В., Шинкарюк А.С. // Вестник НТУ "ХПИ". Тематический выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2011. – № 17. – С. 81 – 85.

Рассмотрено влияние на требования к учебному материалу ограниченности во времени учебных сеансов в условиях мобильного обучения. Модифицирован алгоритм определения компонент сильной связности для применения его в смешанных графах с целью получения декомпозиции учебного курса. Предложен метод построения учебной траектории на основе множеств связанных учебных концептов. Библиогр.: 8 назв.

Ключевые слова: мобильное обучение, компоненты сильной связности, декомпозиция учебного курса, учебная траектория.

UDC 004.02

Method of learning trajectory building for m-learning / Liubchenko V.V., Shynkariuk O.S. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2011. – №. 17. – P. 81 – 85.

Impact of time constraints of learning sessions in mobile learning on requirements for learning materials is considered. The algorithm for strong components discovering is modified for using on the mixed graphs to obtain the syllabus decomposition. A method of learning trajectory building based on a set of related educational concepts is proposed. Refs.: 8 titles.

Key words: mobile learning, strong components, syllabus decomposition, learning trajectory.

Надійшла до редакції 15.02.2011