

УДК 004.9

В.В. ЛЮБЧЕНКО

Одеський національний політехнічний університет, Україна

ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ

Введені поняття асоціативних зв'язків між концептами навчального курсу і асоціативної карти, яка будується на основі цих зв'язків. Асоціативну карту можна використати для перевірки збалансованості визначення концептів і обґрунтованості виділення тематичних компонентів. З цією метою введені три умови конструктивного виділення концептів: умова збалансованого визначення концептів, умова зайвої відособленості концепту і умова надмірної докладності концепту. Визначено правило, яке можна використати для автоматизації визначення граничних значень в умовах конструктивного виділення концептів. Введені метрики для оцінювання ефективності розбивки і порівняння кількох варіантів розбивки одного навчального матеріалу на тематичні компоненти. Описані алгоритми обчислення цих метрик. Зазначено, що сформульовані умови і метрики слід використовувати не лише для оцінювання існуючих курсів, а і для курсів, що розробляються.

Ключові слова: контракт концепту, асоціація, асоціативна карта, умови конструктивного визначення концептів, зв'язність тематичного компонента, зчеплення тематичного компонента, коефіцієнт компактності.

Вступ

Електронне навчання (e-learning) – це навчальний процес, який передбачає взаємодію з цифровим контентом, сервісами та підтримкою, тобто який вдосконалюється використанням цифрових інструментів та контенту [1].

Аналіз принципів навчання, зокрема, електронного навчання, змушує звернути увагу на необхідність того, щоб реалізації навчального курсу передувала системний опис змісту знань, які планується задіяти в навчальному процесі. Звичайно зміст нормативних дисциплін навчального плану визначається стандартами підготовки фахівців відповідного напрямку, ці рекомендації можна розглядати як специфікацію вимог до навчального курсу. Але існують різні аспекти проектування електронних навчальних курсів, які призводять до невиконання вимог в кінцевій реалізації курсу. В зв'язку з цим очевидного сенсу набуває формалізація ряду структурно-змістовних параметрів навчального матеріалу.

Активне і широке впровадження інформаційних технологій в навчальний процес вимагає підвищеної уваги до питань структуризації навчальної інформації. Чисельні дослідження з цього питання призвели до створення ряду стандартів електронного навчання, найвідомішими з яких є

– стандарт SCORM [2], який описує модель об'єктів контенту;

– стандарт LOM [3], який описує метадані навчального об'єкту;

– стандарт LTSA [4], який описує необхідні для забезпечення інформаційного процесу навчання технології.

Таким чином, використання міжнародних стандартів електронного навчання спрощує модифікацію (завдяки використанню SCORM) і повторне використання (завдяки використанню LOM) електронних матеріалів різних розробників, забезпечує сумісність з веб-технологіями (завдяки використанню LTSA), але не забезпечує підтримку змістовних зв'язків між знаннями електронних навчальних курсів. Це виключає можливість автоматизованого аналізу знань програмними засобами і обмежує інтелектуальні можливості навчальної системи щодо будування індивідуальних планів навчання і консультування в рамках поточної дисципліни. Тобто проблема будування бази знань навчальних курсів на основі семантичних зв'язків між їх компонентами залишається відкритою

В роботі представлений набір засобів, які можна застосовувати на етапі розробки електронного навчального курсу для оцінювання якості очікуваного результату.

1. Асоціативна карта

Формалізація поняття асоціативних зв'язків може забезпечити ефективне виконання структурно-змістовного аналізу навчального матеріалу.

Основа навчального курсу створює множина його концептів – конструкцій, які описують всі

об'єкти в цій категорії або класі сутностей, їхні взаємодії, властивості і зв'язки між ними. Кожний концепт характеризується своїм контекстом, який задається трьома компонентами:

- множиною навчальних цілей, для досягнення яких необхідне вивчення концепту,
- передумовою – множиною категорій сутностей, знання яких необхідно для вивчення даного концепту,
- постумовою – категорією сутностей, що вивчається в даному концепті.

Визначимо асоціативний зв'язок як вид зв'язку між двома концептами навчальних матеріалів курсу, що встановлюється виходячи із заданого сполучення елементів їх контекстів. На заданій множині концептів визначимо два базових відношення асоціації.

Між двома концептами існує *асоціація за метою*, якщо контексти цих концептів мають загальні елементи в множинах навчальних цілей. Асоціація за метою має властивості рефлексивності, симетричності та нетранзитивності, отже це є відношення толерантності.

Між двома концептами існує *асоціація за логікою*, якщо постумова першого концепту входить до передумови другого. Асоціація за логікою має властивості антирефлексивності, антисиметричності та транзитивності, отже це є відношення строгого порядку.

Для розширення можливостей використання асоціацій при аналізі навчального матеріалу доцільно не просто зафіксувати факт існування асоціації, а забезпечити можливість кількісної оцінки асоціативного зв'язку. Формалізуємо концепцію асоціації за допомогою міри асоціативного зв'язку – дійсної функції $ass : F^2 \rightarrow [0,1]$. Будемо розглядати два типи мір асоціативного зв'язку:

– $ass_G : F^2 \rightarrow [0,1]$ – міра асоціативного зв'язку за метою, яку пропонується визначати як значення відношення

$$ass_G(c_i, c_j) = \frac{|G_i \cap G_j|}{\min(|G_i|, |G_j|)},$$

де $c_i, c_j \in C$ – концепти;

$G_i, G_j \in G$ – множини навчальних цілей для цих концептів.

– $ass_L : F^2 \rightarrow [0,1]$ – міра асоціативного зв'язку за логікою, яку пропонується визначати як значення відношення

$$ass_L(c_i, c_j) = \frac{|Out_i \cap In_j|}{|In_j|}$$

де $c_i, c_j \in C$ – концепти;

$Out_i \in Out$ – постумова концепту c_i ;

$In_j \in In$ – передумова концепту c_j .

Можливість ідентифікувати парні асоціації між концептами дозволяє ввести в розгляд складнішу конструкцію, яка може бути корисна для аналізу змісту навчального матеріалу.

Демо визначення.

Асоціативна карта – набір навчальних концептів курсу з визначеними на них асоціативними зв'язками, математичною моделлю якої є змішаний граф.

2. Перевірка раціональності структури навчального курсу

Отримана асоціативна карта може бути використана для перевірки збалансованості визначення концептів і обґрунтованості виділення тематичних компонентів.

2.1. Збалансованість грануляції курсу

Грануляція курсу – це об'єднання об'єктів, що розглядаються в курсі, разом з їх взаємодіями, властивостями і зв'язками між ними в єдину конструкцію – навчальний концепт.

Бажано, щоб навчальні концепти були сформовані рівномірно (містили однакову кількість об'єктів) і не мали перетинань.

В [5] були сформульовані три критерії формування предметної області інтелектуальної системи. На їх основі з використанням кількісної міри асоціативного зв'язку між концептами сформулюємо три умови конструктивного визначення концептів.

Умова збалансованого визначення концептів

$$\forall i : A_{\min} < A(c_i) < A_{\max},$$

де $A(c_i)$ – зважений степінь вершини асоціативної карти, яка відповідає концепту c_i ,

A_{\min}, A_{\max} – граничні значення конструктивного визначення концептів.

Виконання цієї умови означає, що як результат грануляції отримано модель предметної області, яка не має ані надмірно відокремлених, ані надмірно пов'язаних концептів.

Умова зайвої відособленості концепту c_i

$$A_{\min} > A(c_i).$$

Виконання цієї умови означає, що концепт c_i практично не пов'язаний з іншими концептами навчального матеріалу. Найчастіше це викликано надмірною загальністю концепту (в цьому випадку доцільно розбити концепт на складові частини), але можуть бути і інші причини.

Умова надмірної докладності концептів

$$A(c_i) > A_{\max}.$$

Виконання цієї умови означає, що є сенс об'єднати концепт c_i з концептом c_j , для якого справедливо $c_j = \arg \max_{c_k \in C} \text{ass}(c_i, c_k)$.

Для того, щоб скористатися умовами конструктивного визначення концептів слід визначити чисельні значення для A_{\min} і A_{\max} , що, очевидно, можна зробити методом експертного оцінювання. Але експертне оцінювання призведе до значної суб'єктивності в оцінці, яку спричинено особистими характеристиками експерта та особливостями предметної області.

Розглянемо множину значень міри асоціативного зв'язку як вибірку випадкових значень. На значення кількісної міри асоціативного зв'язку між концептами впливає багато факторів, отже вибірка, що розглядається, описується нормальним розподілом. Тоді для визначення граничних значень A_{\min} та A_{\max} застосуємо правило трьох сигм, яке стверджує про те, що імовірність відхилення випадкової величини від середнього значення більш ніж на 3σ , складає менше 0,003. При цьому якщо справжня величина середнього значення невідома, як σ слід використовувати стандартний відхил випадкової величини.

2.2. Обґрунтування виділення тематичних компонентів

Якщо визначення концептів виконане збалансовано, то можна переходити до перевірки обґрунтованості виділення тематичних компонентів. Представляється доцільним виділяти ці компоненти на основі принципу компактності [6]. Він приводить до будування розбивки, яка забезпечує простоту додавання, зміни і видалення компонентів, а також можливість їх повторного використання. Введемо до розгляду дві метрики.

Зв'язність тематичного компонента – це сила взаємозв'язків між концептами цього компонента. Вона обчислюється за таким алгоритмом:

1. Виділити аналізований компонент асоціативної карти, розірвавши ребра/дуги, які ведуть до зовнішніх по відношенню до компонента вершин.

2. Обчислити зважені ступені вершин, які належать компоненту.

3. Обчислити зважену суміжність компонента як $WA(k) = \sum_{v(c_i) \in V_k} A(c_i)$, де $v(c_i)$ – вершина, яка

відповідає концепту c_i , V_k – множина вершин, які належать k -ту компоненту.

4. Обчислити зв'язність тематичного компонента як $WCpl(k) = \frac{WA(k)}{|V_k|^2}$.

Зчеплення тематичного компонента – це сила взаємозв'язків даного компонента з іншими тематичними компонентами. Для обчислення зчеплення слід виконати такі кроки:

1. «Стягнути» кожному компоненту на асоціативній карті в мета-вершину. При цьому дуги між вершинами відповідної компоненти ігноруються, а ваги дуг між мета-вершинами визначаються як сума вагових коефіцієнтів ребер/дуг між вершинами відповідних компонент.

2. Обчислити зважені ступені мета-вершин, які визначають числове значення зчеплення відповідних тематичних компонент.

Ефективна розбивка на компоненти досягається максимізацією зв'язності і мінімізацією зчеплення. Якщо для всіх тематичних компонентів значення показника зв'язності більше значення показника зчеплення, то можна стверджувати, що виділення тематичних компонентів виконано обґрунтовано.

Введені метрики можна використовувати для порівняння кількох варіантів розбивки одного навчального матеріалу на тематичні компоненти. В цьому випадку для кожного варіанта розбивки розраховуються три показники:

– загальна зв'язність – середнє арифметичне показників зв'язності всіх тематичних компонентів розбивки,

– загальне зчеплення – середнє арифметичне показників зчеплення всіх тематичних компонентів розбивки;

– показник залежності – відношення значення загального зчеплення до значення загальної зв'язності.

Кращим із запропонованих варіантів розбивки можна вважати той, якому відповідає менший показник залежності.

Висновки

Однією з суттєвих проблем створення електронних навчальних курсів є забезпечення структурно-змістовної узгодженості їх навчальних матеріалів. Для верифікації структури навчальних матеріалів можна використати умови конструктивного визначення концептів і метрики компактності тематичних компонентів на основі асоціативної карти навчального курсу.

Рекомендується застосовувати описані умови і метрики не лише для оцінювання курсів, які вже розроблені і знаходяться в базі знань навчальних курсів системи електронного навчання. Використання умов і метрик на етапі проектування і реалізації електронного курсу дозволяє запобігти виникненню структурних порушень в його навчальних матеріалах.

Література

1. Rosenberg M. *Beyond E-Learning: Approaches and Technologies to Enhance Organizational Knowledge, Learning, and Performance* / M. Rosenberg. – Pfeiffer, 2005. – 400 p.
2. *Advanced Distributed Learning (ADL), Shareable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004*

3rd Edition Content Aggregation Model Version 1.0, 2006. – 245 p.

3. *Standard for Learning Object Metadata: IEEE 1484.12.1 – 2002. – New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2002. – 44 p.*

4. *Draft Standard for Learning Technology – Learning Technology Systems Architecture (LTSA): IEEE P1484.1/D11 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ltsc.ieee.org/wg1/files/IEEE_1484_01_D09_LTSA.pdf.*

5. Krissilov V. *Towards the Problems of an Evaluation of Data Uncertainty in Decision Support Systems* / Krissilov V., Shabadash D. // *Information Theories & Applications*. – 2006. – Vol.13, Num.4. – P. 376-380.

6. Загоруйко Н.Г. *Прикладные методы анализа данных и знаний* / Н.Г. Загоруйко – Н-ск: Издательство Института математики, 1999. – 270 с.

Надійшла до редакції 1.02.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри системного програмного забезпечення В.А. Крісілов, Одеський національний політехнічний університет, Одеса, Україна.

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

В.В. Любченко

Введены понятия ассоциативных связей между концептами учебного курса и построенной на основе этих связей ассоциативной карты. Ассоциативную карту можно использовать для проверки сбалансированности определения концептов и обоснованности выделения тематических компонентов. С этой целью введены три условия конструктивного выделения концептов: условие сбалансированного определения концептов, условие излишней обособленности концепта и условие чрезмерной детализации концепта. Определено правило, которое позволяет автоматизировать определение пороговых значений в условиях конструктивного выделения концептов. Введены метрики для оценки эффективности разбиения и сравнения нескольких вариантов разбиения одного учебного материала на тематические компоненты. Определены алгоритмы вычисления этих метрик. Указано, что сформулированные условия и метрики следует использовать не только для оценки существующих курсов, но и для разрабатываемых курсов.

Ключевые слова: контракт концепта, ассоциация, ассоциативная карта, условия конструктивного определения концептов, связность тематического компонента, сцепление тематического компонента, коэффициент компактности.

QUALITY DIAGNOSTIC TOOLS FOR ELECTRONIC COURSES

V.V. Liubchenko

Conception of association relations between concepts of the e-course is introduced. Association map is built on the base of these relations. Association map can be used for checking the concept definition balance and the thematic components separation validity. Three conditions of constructive concepts separation – the condition of balanced concepts definition, the condition of concept unwarranted isolation and the condition of concept unwarranted detail – are introduced. Rules allowing automatic definition of threshold valuations of constructive concepts separation are defined. The metrics for evaluating of partition effectiveness and comparison of several partitions variants for thematic components of learning materials are introduced. Algorithms these metrics computing are defined.

Keywords: concept contract, association, association map, determine conditions of constructive concepts separation, thematic component coherence, thematic component coupling, compactness ratio.

Любченко Віра Вікторівна – канд. техн. наук, доц., науковий керівник науково-дослідного сектору дистанційного навчання, Одеський національний політехнічний університет, Одеса, Україна, e-mail: lvv@edu.opu.ua.