

УДК 004.273

СЕМАНТИЧНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

О.Є. Коваленко

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

e-mail: koval@immsp.kiev.ua

Системи електронного навчання отримують все більше поширення не лише у традиційних сферах навчання – початкова, середня, вища освіта, - а й у сфері підготовки і перепідготовки кадрів, підвищення кваліфікації, тренування персоналу для виконання тимчасових функцій, отримання додаткових професійних навичок і т. ін. Нові сфери застосування систем електронного навчання передбачають забезпечення оперативності, мобільності, адаптивності, масштабованості під час їх використання. Це вимагає розробки відповідних підтримуючих інформаційних технологій для таких систем.

Сучасний стан розвитку інформаційних технологій вимагає пошуку методів і способів для створення ефективних і гнучких архітектур систем електронного навчання (e-learning), які мають багаторівневу архітектуру. Фундаментальні принципи створення багаторівневих інформаційних систем визначаються стандартом взаємодії відкритих систем [1]. Ці принципи використовуються для визначення кількості рівнів та їх розмежування і включають такі положення:

- кількість рівнів не повинна бути надмірною, що може ускладнити розробку системи її опис та інтеграцію;
 - слід визначати межу між рівнями у точці, де опис функцій (сервісів) рівня є компактним, а кількість взаємодій між рівнями – мінімальна;
 - розділяти рівні таким чином, щоб функції відповідних процесів і технологій суттєво відрізнялись;
 - об'єднувати подібні (близькі) функції на одному рівні;
 - визначати межі між рівнями, враховуючи попередній позитивний досвід використання аналогічних систем;
 - створювати рівень легко локалізованих функцій таким чином, щоб цей рівень можна було повністю модернізувати, а його інтерфейси (протоколи) суттєво змінити для отримання переваг останніх досягнень архітектурних рішень, апаратних і програмних технологій без зміни визначених функцій (сервісів) для суміжних рівнів;
 - попередньо розмежувати рівні у точках, де може бути використаний відповідний стандартизований інтерфейс;
 - створювати різні рівні при необхідності представлення різних рівнів абстракції оперування даними, наприклад, морфологічному, синтаксичному, семантичному;
 - забезпечити можливість зміни функцій або протоколів всередині рівня таким чином, щоб це не впливало на інші рівні;
 - кожний рівень повинен взаємодіяти лише з сусідніми нижчим і вищим рівнями.
- Окрім того, при необхідності визначення підрівнів окремого рівня слід дотримуватись таких принципів:
- здійснювати подальше групування і організацію функцій для формування підрівнів в середині рівня у випадках, коли цього потребує окремий сервіс;
 - створювати, при необхідності, два або більше підрівнів із загальною, а отже мінімальною функціональністю для забезпечення взаємодії сусідніх рівнів;

- забезпечити розпаралелювання підрівнів.

Опис кожного рівня повинен включати:

- опис призначення рівня;
- опис сервісів, що надається даним рівнем наступному (вищому) рівню;
- опис функцій, що виконуються на даному рівні і використання функцій, які виконуються на попередньому (нижчому) рівні.

Отже системи електронного навчання, як один з видів відкритих систем, теж повинні будуватись із дотриманням принципів, визначених у [1].

Окремий аспект використання багаторівневих систем електронного навчання становить управління їх функціонуванням. Управління системами електронного навчання забезпечує вирішення проблем ініціації, припинення, моніторингу процесів, а також організації узгодженого функціонування у робочих режимах і управління у позаштатних ситуаціях. Розрізняють такі рівні управління:

- управління системою в цілому;
- управління додатками;
- управління рівнями.

Слід зауважити, що інформаційне наповнення (контент) системи безпосередньо не залежить від архітектури системи. Але, з іншого боку, потрібно найбільш ефективно вирішити конкретні функціональні задачі на існуючій архітектурі навчальної системи. Тобто необхідно забезпечити відповідність структури системи семантиці (змісту) виконуваних системою функцій.

У роботі [2] запропонована концепція багаторівневої архітектури системи електронного навчання, що передбачає розподіл функцій системи між її відповідними рівнями. Багаторівнева система електронного навчання включає такі основні рівні: апаратний (технічний); операційний; сервісний (утилітарний); технологічний; інформаційний (контентний); методичний; організаційний. Створення системи електронного навчання на основі архітектури запропонованій у роботі [2], вимагає деталізації і конкретизації.

Враховуючи викладені вище вимоги формально багаторівневу систему можна визначити кортежем

$$S = \langle L, I^0, C^S, T \rangle,$$

де $L = \{l_1, l_2, \dots, l_n\}$ – множина рівнів системи; $I^0 = \{i_1^0, i_2^0, \dots, i_n^0\}$ – множина зовнішніх інтерфейсів системи; $C^S = \{c_1^S, c_2^S, \dots, c_n^S\}$ – множина функцій управління системою в цілому; T – цільова функція (функція призначення) системи (може бути задана неявно, як метафункція у вигляді сукупності вимог до інших компонентів системи).

Кожний рівень, у свою чергу, може бути представлений кортежем

$$l_j = \langle U^l, I^l, C^a, C^l \rangle,$$

де U^l – множина сервісів рівня l_j ; I^l – множина інтерфейсів рівня l_j ; C^a – множина функцій управління додатками рівня l_j ; C^l – множина функцій управління рівнем l_j .

Кожний сервіс u_k^l реалізується як композиція функцій деякої підмножини F_k^l множини функцій F^l , які реалізовані на рівні l_j .

Реалізація описаної моделі включає два аспекти:

- семантичний (змістовний);
- структурно-функціональний.

Семантика кожного рівня природно описується математичним апаратом семантичних мереж, одним з видом яких можна вважати онтології. Онтологічний підхід

широко застосовується для побудови змістовних моделей різних предметних областей. Для складних предметних областей застосовуються багаторівневі онтології, підхід до розробки яких описано у роботі [3]. Онтологія, що має n рівнів, описується послідовністю [3]:

$$O = (O_n, \{<O_n, O_{n-1}>\}, \dots, \{<O_n, O_{n-1}, \dots, O_1>\}).$$

Тут O_n - модель онтології рівня n , $\{<O_n, O_{n-1}>\}$ - модель онтології рівня $(n-1)$, ..., $\{<O_n, O_{n-1}, \dots, O_1>\}$ - модель онтології першого рівня. Слід зауважити, що онтологія O є складовою частиною загальної математичної моделі предметної області, яка включає також модель знань предметної області - $\{<O, K>\}$ та модель реальності предметної області - $\{<O, K, R(K)>\}$.

Аналогічний підхід може бути застосований і для створення семантичної моделі багаторівневої системи електронного навчання. Семантика кожного рівня буде визначати його функціональність і, певною мірою, структуру.

Спираючись на онтології, можна конкретизувати вимоги до реалізації структури системи. Враховуючи різноманітність задач, що вирішуються, їх варіативність та еволюціонування необхідно забезпечити гнучкість і масштабованість систем електронного навчання. Це можна реалізувати на основі організації віртуальних структур в межах певної універсальної інформаційної метаструктури.

Ефективним підходом до створення гнучких масштабованих інформаційних систем, зокрема і систем електронного навчання, є мультиагентні системи (МАС). Різноманітні варіанти застосування МАС у системах електронної освіти і використання технологічних платформ для їх розробки описані в роботах [4-7]. Але в цих публікаціях не використовується, або використовується частково стратифікація (виділення змістовних рівнів) реалізації функцій системи, що певною мірою обмежує застосування запропонованих в них підходів. Розширенням концепції МАС для реалізації багаторівневих систем електронного навчання є визначення множини агентів кожного рівня виходячи із функціональних вимог до цього рівня. Віднесення того чи іншого агента до певного рівня визначає тип агента. Таким чином багаторівневу МАС формально можна описати як множину A агентів різного типу:

$$A = \{A^l\},$$

де A^l - множина агентів, що відповідає рівню l .

Виходячи із семантики і функціональних вимог до кожного рівня, множина агентів A^l рівня l визначається відображенням семантики (онтології) O^l відповідно рівня на його функціональність F^l :

$$A^l: O^l \times F^l.$$

В результаті, набір сервісів U^l кожного рівня буде визначатись функцією управління C^l агентами відповідного рівня:

$$U^l = C^l(A^l).$$

Слід зауважити, що деякі рівні багаторівневої системи електронного навчання можуть представляти не лише програмними агентами, а й іншими об'єктами і суб'єктами системи, наприклад, адміністраторами, розробниками курсів, керівниками занять, особами які навчаються, регламентами функціонування та ін., що мають іншу фізичну сутність (не електронну), але включені у контури управління і взаємодії агентів системи. До таких рівнів можуть відноситись, наприклад, організаційний і методичний рівні.

При реалізації багаторівневих систем на основі віртуальних структур потрібно забезпечити, як мінімум, достатність ресурсів підтримуючої (базової) метасистеми. Важливими задачами залишаються також задачі забезпечення функціональної повноти і мінімальної достатності функцій системи.

Система електронного навчання, яка створюється на основі викладених принципів, має універсальний характер в межах свого цільового призначення (виконуваних функцій) і не залежить від її майбутнього навчального вмісту (контенту). Слід лише забезпечити реалізацію на відповідних рівнях інтерфейсних агентів для імпорту стандартизованих пакетів навчальних курсів з репозиторіїв або інших навчальних середовищ, а також можливості розробки навчальних курсів в середині системи з можливістю пакування у стандартні пакети для експорту і багаторазового використання у глобальному освітянському просторі.

Таким чином, на основі моделі багаторівневої архітектури запропоновано підхід до побудови систем електронного навчання, що забезпечує узгодження семантики, функціональності та підтримуючих їх архітектурних рішень, і дозволяє реалізувати наскрізний процес проектування систем електронного навчання. Запропонована формалізація процесу проектування є уніфікованою і може бути підтримана будь-якими відомими технологіями моделювання систем на основі IDEF0, UML, реляційної моделі та ін. Окрім того, така модель природнім чином представляє різні рівні абстракції при розгляді систем електронного навчання, зберігаючи водночас змістовний зв'язок між цими рівнями, що забезпечує коректність переходу від одного рівня абстрактного подання до іншого, без втрати семантичної єдності всіх рівнів.

Література

1. ISO/IEC 7498-1: 1994 (Corrected and reprinted 1996-06-15) Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model.
2. Коваленко О.Є. Архітектура модульних систем дистанційного навчання / О.Є. Коваленко // Актуальні проблеми економіки. — 2007. — N 12. — С. 172-176.
3. Артемьева И.Л. Многоуровневые математические модели предметных областей // Искусственный интеллект. — 2006. — т.4. — С. 85-94.
4. Голенков В.В., Емельянов В.В., Тарасов В.Б. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы // Новости искусственного интеллекта. — 2001. - №4. — С. 3-13.
5. Курейчик В.М., Зинченко Л.А. Эволюционная адаптация интерактивных средств открытого образования // Открытое образование. — 2001. — №1. — С.43-50.
6. Глибовец Н.Н. Использование JADE (Java Agent Development Environment) для разработки компьютерных систем поддержки дистанционного обучения агентного типа // Educational Technology & Society — 2005. — №8(3). — Р. 325-345.
7. Чекинов Г.П., Чекинов С.Г. Применение технологии многоагентных систем для интеллектуальной поддержки принятия решения // Системотехника. — №1. — 2003.