

Про віртуальне середовище для онлайн-навчання

Василь Височанський¹, Леся Клакович², Петро Куцак³, Анатолій Музичук²

¹ к. ф.-м. н., професор, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, Львів, 79000

² к. ф.-м. н., доцент, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, Львів, 79000, e-mail: lesia_klavovich@yahoo.com

³ Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, Львів, 79000

Досліджуються системи для онлайн-навчання, побудовані відповідно до стандарту SCORM. Проаналізовано особливості формування навчального середовища на різних етапах процесу навчання, який передбачає виконання студентом практичних завдань та їх автоматизовану перевірку. Основні підходи демонструються на прикладі навчальної системи IUDICO, розробленої для вивчення програмування. Розглянуто використання зовнішніх сервісів для перевірки рівня знань студентів та їх практичних навиків у написанні коду програм. Оцінювання результатів навчання виконується за допомогою метрик, які застосовують для оцінки якості програмного забезпечення.

Ключові слова: онлайн-навчальна система, віртуальне навчальне середовище, система керування навчанням.

Вступ. Комп'ютеризація освіти відбувається синхронно з розвитком інформаційних технологій, при цьому можна умовно виділити кілька історичних етапів. Спочатку — це застосування комп'ютерних систем для адміністрування освітніх процесів у вищих навчальних закладах. Один із найперших прикладів — АІС «Сигма» [1], розроблена у Львівському університеті у 1970-1973 рр. Інформаційні технології в сучасному розумінні тоді були в стадії зародження, навіть безпосереднє програмування ще в окремих випадках виконувалося з використанням машинних кодів. Наступний етап, хоч і опосередковано, але вже стосувався безпосередньо навчання — комп'ютери почали використовувати для автоматизації оцінювання знань за допомогою тестів. Технічною базою на цьому етапі були багатотермінальні ЕОМ і локальні мережі персональних комп'ютерів. Доступні на той час примітивні засоби організації взаємодії з користувачем і лише символічне відображення інформації не давали змоги ефективно подавати навчальний матеріал.

Поява доступних за ціною графічних дисплеїв і впровадження мережевих технологій та Інтернету, а також створення відповідних програмних засобів та інформаційних технологій визначають третій етап комп'ютеризації освіти — використання комп'ютерних систем, які вже охоплюють усі сторони навчального процесу, за яким закріпилася назва *онлайн-навчання*. Серед низки переваг такої форми навчання над традиційними, на нашу думку, варто відзначити її придатність до поєднання індивідуалізації навчального процесу щодо суб'єкта навчання

з його масштабом — кількістю охоплених студентів. В онлайн-системах масштабність стає винятково технічним параметром.

Роль індивіда є домінантна під час визначення напрямків і змісту навчання у процесі самоосвіти. Через неформальний характер такого виду навчання особа потребує особливого навчального середовища, яке отримало назву *Personal Learning Environment (PLE)* [2]. Технології Web-2.0 і відповідні програмні засоби дають змогу кожному будувати та налаштовувати такі PLE, які найкраще підходять для конкретних навчальних потреб і для запровадження власних стилів навчання. Рівень організації онлайн-взаємодії та співпраці засобами PLE, а також безпосередня інтеграція з системами соціальних мереж, блогів, повідомлень та ін. свідчать про перехід процесу комп'ютеризації освіти на новий етап. Він відбувається у тісному взаємозв'язку з іншими сферами соціального комп'ютингу.

Предметом нашого дослідження є середовище для онлайн-навчання, яке орієнтоване на університетські курси та тренінги. Таке навчання характеризується з одного боку значним рівнем формалізації (навчальний курс має конкретний у часовому вимірі план із певною метрикою оцінювання), з іншого — спрямоване на індивіда (хоча, зазвичай, відбувається у вигляді групового навчання). При цьому маємо на увазі такі курси, в яких можна оцінити рівень знань за допомогою практичних завдань, результати виконання яких подають у файлах певного формату. До такої категорії, очевидно, належать навчальні дисципліни, пов'язані з розробкою програм. У цьому випадку результатом є програмний код, до якого можна застосувати типові програмні забезпечення (компілятори, лінкери, профайлери та ін.), а також використати відомі підходи та метрики для оцінювання коду [3].

1. Онлайн-навчальна система IUDICO

Сучасна класифікація онлайн-навчальних систем базується на їхній функціональності та повноті охоплення видів діяльності усіх користувачів. Якщо надається принаймні мінімальний набір операцій для викладу навчального матеріалу та керування процесом навчання, то мають на увазі *систему керування навчанням (LMS)*. У сучасних онлайн-системах LMS є однією з головних підсистем, інтегрованою з підсистемами адміністрування користувачів, підготовки навчальних матеріалів, пошуку інформації тощо. В сукупності вони формують специфічне середовище для навчання. На відміну від PLE, у цьому випадку воно строго конфігурується LMS залежно від ролі та конкретного сценарію роботи користувача в поточний момент. За традицією об'єктно-орієнтованого програмування через поліморфний прояв основних характеристик навчального середовища стосовно таких систем використовуватимемо термін *віртуальне середовище (Virtual Environment, VE)*. Онлайн-навчальна система IUDICO [4], яка розробляється під керівництвом і за участю авторів цієї роботи, є типовий представник такого програмного забезпечення (див. рис. 1).

Зауважимо, що окрім наявності Web-сервісу, архітектура IUDICO в основному подібна до архітектури відомих систем для онлайн-навчання [5-8]. Наявність сайту дає змогу використовувати систему практично будь-де та в будь-який час.

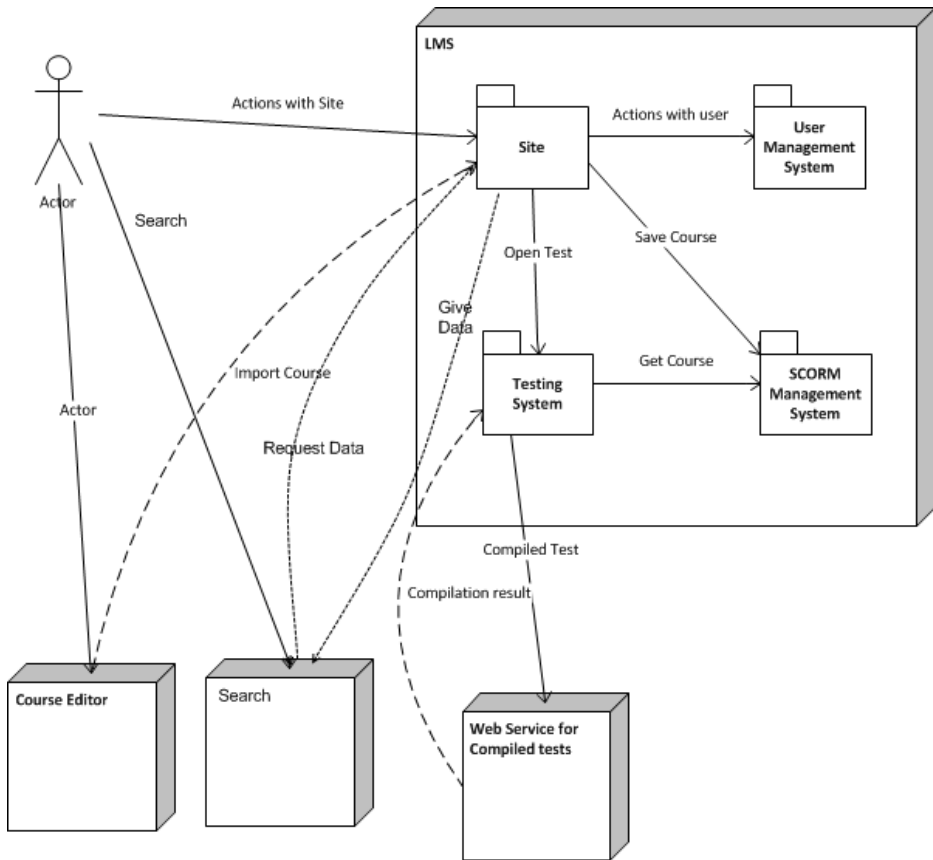


Рис. 1. Архітектура онлайнної навчальної системи IUDICO

Завдяки такій архітектурі можна, як і у випадку систем [7] і [8], розбудовувати навчальне середовище до масштабу освітнього порталу для організації різноманітних видів онлайн-навчання в університетах, школах і корпораціях. Десятки тисяч організацій (серед яких також багато українських), зареєстрованих на сайтах цих VE їхніми користувачами, — свідчення популярності та відповідної якості цих систем.

IUDICO, як і решта згаданих онлайн-систем, окрім широких можливостей щодо автоматизації навчальних процесів, зручного та «дружного» інтерфейсу для всіх категорій користувачів мають ще одну важливу спільну рису. Це здатність кожної системи подавати матеріали навчального курсу, підготовлені у будь-якій із них. Для цього достатньо, щоб матеріали відповідали одному з освітніх стандартів — Sharable Content Object Reference Model (SCORM) [9]. Започаткований урядовими комісіями США та підтриманий багатьма, як державними, так і громадськими організаціями Америки, Австралії та Європи, а також відомими софтверними компаніями, цей стандарт розвивається під егідою ADL [10]. Зростання кількості LMS, які підтримують SCORM, — об'єктивний показник прогресивності основних його положень.

Система IUDICO повністю відповідає рекомендаціям і положенням стандарту SCORM, які стосуються організації як навчального матеріалу, так і навчального процесу. Підсистема SCORM Management System забезпечує імпорт навчального курсу та його наступне використання у навчальному процесі. Навчальний курс формується за допомогою спеціального редактора з об'єктів загальнодоступного змісту (Sharable Content Objects, SCO). Вони описують структуру навчального матеріалу, який може компонуватися з вмістимого файлів довільного формату. Зокрема, в курсах із програмування це можуть бути файли з програмним кодом, UML-моделі тощо.

SCO — елементарна частина курсу, яка може взаємодіяти з іншими підсистемами. При цьому способи обміну даними визначає друга частина стандарту — Run-Time Environment (RTE). RTE визначає механізми взаємодії, відтворення та запуску SCO у середовищі виконання. Основою для цього є API-інтерфейс і спеціальна модель даних, яка визначає структуру об'єктів, які формуються в процесі навчання. В IUDICO їх також використовують для зв'язку з Web-сервісом.

2. Онлайн-тестування та програмування

Окрім подання навчального курсу, вимоги SCORM також дають змогу стандартизувати способи визначення досягнутого студентом рівня знань. Для цього використовується тестування. В згаданих вище онлайн-системах воно орієнтоване на різні види тестів, у яких вся множина правильних відповідей є артефакт навчального курсу та використовується для співставлення з відповідями студента. Особливостями такого підходу є, по-перше, потреба під час тестування приховувати від студента ці правильні відповіді, по-друге, розміщення таких відповідей серед матеріалів курсу обмежує види завдань. Такі обмеження мають суттєвий прояв, якщо навчальні предмети є слабоформалізовані та передбачають виконання практичних завдань, які можуть мати різні шляхи отримання потрібного результату. Це, зокрема, стосується дисциплін, пов'язаних із програмуванням алгоритмічними мовами, використанням конкретних інформаційних технологій та інструментаріїв розробки програмного забезпечення.

Зазначимо, що серед існуючих онлайн-систем є низка для перевірки правильності програм (на зразок CSUS PC² [11]). Однак у більшості випадків вони не орієнтовані на подання навчального матеріалу, не мають пошукових систем. У них також низька інтероперабельність з іншими середовищами та слабка експертна частина, самі вони не придатні до всебічного аналізу результатів — відповідей студента. Тому такі програми не є повноцінні навчальні системи.

У системі IUDICO для перевірки практичних завдань передбачено використання Web-сервісів. Це є подальший розвиток викладеного в [12, 13] підходу до оцінювання правильності програмного коду, який тепер реалізований відповідно SCORM. Схему, за якою в IUDICO реалізовано взаємодію SCO з Web-сервісом, подано на рис. 2. У цьому випадку SCO надає студентові тест, у якому відповіддю має бути програмний код — вся програма або її фрагмент. SCO за певними правилами доукомплектовує відповідь до вигляду завершеної програми,

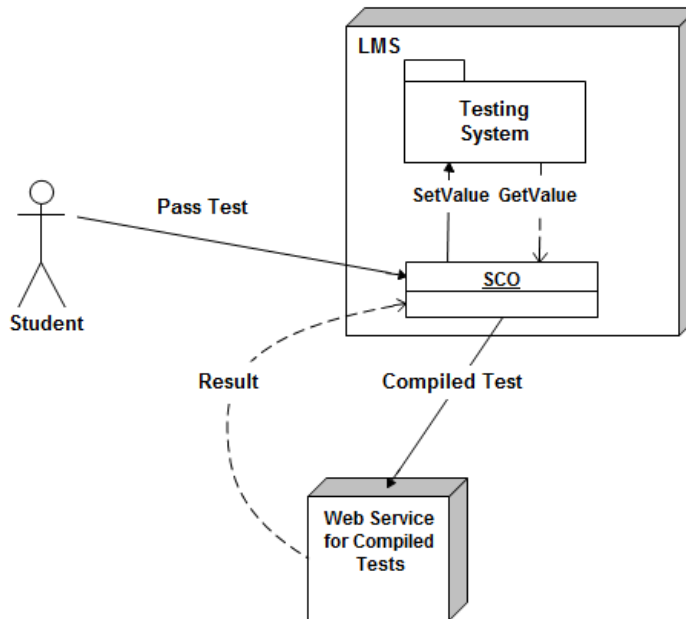


Рис. 2. Схема використання Web-сервісу в компільованих тестах

яка і пересилається Web-сервісу. Тут програма може бути відкомпільована потрібним компілятором (звідси назва «компільований тест»), скомпонована з іншими модулями та запущена на виконання. Отриманий результат (або опис причин, які унеможливили його появу) сервіс повертає в LMS.

При вивченні дисциплін, які стосуються програмування, окрім ознайомлення з певним матеріалом (теоретичною частиною курсу) студент виконує практичні завдання щодо розробки програм. Йдеться про безпосереднє написання коду, проектування структур даних, розробку алгоритмів тощо з певними властивостями. Діапазон цих властивостей практично необмежений: від вимог синтаксису елементарних конструкцій до положень інформаційних технологій. Під час викладання навчального матеріалу з допомогою системи IUDICO можна безпосередньо демонструвати відповідні властивості програми в процесі її виконання. Аналогічно, шляхом реального виконання, можна перевіряти написаний студентом програмний код і на основі отриманих результатів оцінити рівень знань.

Архітектура Web-сервісів є проста та гнучка, незалежна від платформи. Практика використання онлайн-системи у ході проведення практичних занять із курсу «Основи програмування» підтвердила ефективність такої архітектури. Поточна версія IUDICO використовує сервіси для роботи з програмами, які написані мовами C++, C#, java та Delphi. Залежно від навантаження системи (кількості одночасних студентських сеансів, потреби в ресурсах, складності обчислень) її легко масштабувати внаслідок локалізації Web-сервісів на окремих робочих станціях відповідної потужності.

3. Особливості віртуалізації навчального середовища

Систему IUDICO побудовано за шаблоном Model-View-Controller, при цьому виокремлення шару View дає прості рішення щодо реалізації концепції VE. Віртуалізація відбувається за двома основними напрямками. Перший детермінує поточний набір функціональних і структурних характеристик VE для кожного користувача на конкретному етапі навчального процесу. Зокрема, при вивченні нового матеріалу користувачеві знадобиться доступ до додаткових інформаційних ресурсів, використання пошукової системи тощо. Очевидно, що під час виконання контрольних завдань згадані засоби повинні бути недоступні, а сама діяльність студента — строго регламентована. Це досягається на основі третьої частини стандарту SCORM — Sequencing and Navigation, яка визначає послідовність дій студента згідно сценарію проходження навчального курсу. При цьому враховується як поточний стан навчального процесу, так і результати поточної активності студента. Навчання відбувається за *навчальним планом*, у якому викладач розбиває навчальний курс на визначені в часі етапи з конкретними формами контролю успішності. На індивідуальну активність конкретного користувача налаштовано також пошуково-інформаційну підсистему IUDICO, яка на етапах вивчення студентом теоретичного матеріалу працює з доступними для нього навчальними курсами, а під час використання викладачем обмежується його власними курсами.

Другий напрям віртуалізації дає змогу користувачеві IUDICO за власною ініціативою формувати компоненти VE, які підвищують ефективність пов'язаних із ним навчальних процесів. Зокрема, при вивченні теоретичного матеріалу зручно користуватися журналом відвідування додаткових інформаційних ресурсів, який дає змогу впорядковувати відповідні лінки за назвами курсів, темами, ключовими словами, а також надає свої ресурси пошуковій системі. Для виконання практичних завдань із програмування студент розгортає відповідні програмні проекти на локальних персональних комп'ютерах. При цьому йому часто доводиться повертатися до роботи з ними ще й на інших комп'ютерах, нерідко підтримувати різні версії. З цією метою VE підтримує дерево проектів користувача, яке в архівованому вигляді містить необхідні файли кожного проекту, з них користувач може легко відновити сам проект у відповідному середовищі розробки програм. Зауважимо, що в обох наведених прикладах інформація має яскраво виражений індивідуальний характер, її мета-дані зберігаються в LMS.

Висновки. Застосування нових архітектурно-функціональних рішень у системі онлайн-навчання IUDICO створює умови для віртуалізації навчального середовища, що підвищує ефективність процесу навчання й об'єктивність оцінювання знань та умінь студента. Водночас такий підхід дає змогу використовувати нові методики навчального процесу, орієнтовані, у першу чергу, на індивідуальне навчання студентів, а також на організацію безперервної професійної освіти.

Література

- [1] *Zavada, O. P.* Використання інформаційних технологій в автоматизованій інформаційній системі «Сигма» / *O. P. Zavada* // Матеріали XVI Всеукр. наук. конф. «Сучасні проблеми прикладної математики та інформатики». — Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2009. — С. 87.
- [2] *Attwell, G.* Personal Learning Environments — the future of eLearning? / *G. Attwell*. — <http://www.elearningeuropa.info/files/media/media11561>.
- [3] *Tian, J.* Software Quality Engineering: Testing, Quality Assurance and Quantifiable Improvement / *J. Tian*. — Hoboken, New Jersey: Published by John Wiley & Sons, Inc., 2005. — 412 p.
- [4] IUDICO: Online Study and Testing System. — <http://code.google.com/p/iudico/>.
- [5] ILIAS Learning Management System. — www.ilias.de.
- [6] Moodle Learning Management System. — <http://moodle.org>.
- [7] Blackboard Learn. — <http://www.blackboard.com/Teaching-Learning/Overview.aspx>.
- [8] SharePoint Learning Kit. — <http://slk.codeplex.com/>.
- [9] Sharable Content Object Reference Model. — www.adlnet.gov/Technologies/scorm.
- [10] Advanced Distributed Learning. — www.adlnet.gov.
- [11] CSUS PC². — <http://www.ecs.csus.edu/pc2>.
- [12] *Muzychuk, A.* Information system «Testing Monitor» / *A. Muzychuk, S. Litynskyj* // ATVN-EU-GP Conference Proceedings, Pultusk, December 1-3, 2005. — Warsaw: National Institute of Telecommunications, 2005. — P. 199.
- [13] *Муzychук, А. О.* Про один підхід до розробки інформаційних систем для навчального процесу / *А. О. Муzychук, В. В. Мельничук, О. З. Панкевич* // Матеріали міжнар. науково-практичної конф. «Інформаційні технології в сучасній економіці, менеджменті та освіті». — Львів, 2005. — С. 115-118.

On virtual environment for online learning

Vasyl Vysochanskyi, Lesya Klakovych, Petro Kushchak, Anatolii Muzychuk

Online learning systems built according to SCORM standard are investigated. The main aspects of organization of the educational environment are analyzed at different stages of the educational process that includes student's execution of practical tasks and their automated verification. The main approaches are demonstrated with the example of the learning system IUDICO, designed to study programming. Usage of external services for checking students' knowledge level and their practical skills in writing code is discussed. Evaluation of learning results is done by means of metrics that are usually used to evaluate a software quality.

О виртуальной среде для онлайн-обучения

Василий Высочанский, Леся Клакович, Петр Кушак, Анатолий Муzychuk

Исследуются системы онлайн-обучения, построенные соответственно стандарту SCORM. Проанализировано особенности формирования обучающей среды на различных этапах учебного процесса, который предусматривает выполнение студентом практических заданий и их автоматизированную проверку. Основные подходы продемонстрировано на примере обучающей системы IUDICO, разработанной для обучения программированию. Рассмотрено использование внешних сервисов для проверки уровня знаний студентов и их практических навыков при написании кода программ. Оценивание результатов обучения производится с помощью метрик, которые применяют для оценки качества программного обеспечения.

Представлено професором Я. Савулюю

Отримано 30.04.10