

КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

V.L. Pleskach, Y.V. Rogushina

ONTOLOGICAL APPROACH FOR REPRESENTATION OF KNOWLEDGE IN MULTIAGENT SYSTEMS OF REMOTE EDUCATION

The ontological representation of knowledge in the remote education systems (domain knowledge of lecture courses and knowledge about the organizational structure of the educational institution) for the providing of their interoperability and abilities of the automated processing (for example, in the multiagent systems) is proposed.

Запропоновано онтологічне подання знань у системах дистанційного навчання з метою забезпечення їх інтероперабельності та можливості автоматизованої обробки у мультиагентних системах.

© В.Л. Плескач, Ю.В. Рогушина,
2006

УДК 681.3(031)

В.Л. ПЛЕСКАЧ, Ю.В. РОГУШИНА

ОНТОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОДАННЯ ЗНАНЬ В МУЛЬТИ- АГЕНТНИХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Розвиток інформаційного суспільства забезпечує швидкий доступ до інформаційних ресурсів (ІР), створених на сьогодні людством. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) суттєво змінюють зміст і практику сучасної освіти.

Нині значна частина матеріалів, що використовуються в навчальному процесі, подається в електронній формі. Використання телекомунікацій, мультимедійних навчальних ІР, Інтернет-технологій та систем, що базуються на знаннях, – потенціал для удосконалень процесу освіти.

Системи дистанційної освіти (СДН) забезпечують адаптацію процесу навчання до індивідуальних характеристик слухачів, звільняють викладачів від трудомістких і повторюваних операцій, потрібних для подання навчальної інформації, сприяють розробці об'єктивних автоматизованих методів контролю знань і полегшують накопичення навчально-методичного досвіду.

Тенденції у дистанційній освіті. Концепція дистанційного навчання (ДН), при якому слухачі фізично віддалені від навчального закладу, застосовується навчальними закладами давно. За останні кілька десятиліть у результаті розвитку ІКТ ДН розвивається швидкими темпами та поєднується з електронним навчанням. Засоби доступу до інформації через телекомунікаційні мережі додають якісно нові можливості електронному навчанню.

Дистанційне навчання – організований за

певними темами та дисциплінами навчальний процес, який передбачає активний обмін інформацією між слухачами і викладачем і застосовує сучасні засоби ІКТ. Це індивідуалізований процес передання і засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається опосередковано між територіально віддаленими об'єктами у спеціалізованому середовищі. Персоніфікація в системах ДН забезпечує активну стратегію навчання, яка дозволяє слухачам керувати темпом і межами навчання [1].

E-learning (електронне навчання) базується на використанні обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення (ПЗ). В інтерактивному режимі слухачам надається навчальний матеріал, а потім здійснюється тестування в режимі реального часу. Навчальний процес стає більш індивідуалізованим, слухачі отримують інформацію з тією швидкістю, яка забезпечує ефективне засвоєння матеріалу. Засоби електронного навчання – це електронні підручники та енциклопедії, експертні системи, мультимедіа, програми тестування, тренажери, електронні словники та тезауруси тощо. Електронне навчання базується на концепціях безперервності освіти і відкритості навчання. Воно дозволяє враховувати індивідуальні пізнавальні здібності тих, кого навчають. Основна проблема електронного навчання полягає у тому, що важко мотивувати людей до самоосвіти без безпосередніх контактів з учителем. Технологія WWW надає нові можливості для здійснення концепції відкритої освіти [2].

Відкрита освіта – це система навчання, доступна усім бажаючим навчатися і адаптована до їх інтересів. У її основі закладені такі принципи:

- доступність вступу в навчальний заклад для всіх бажаючих;
- вільне планування навчання шляхом вибору із системи курсів індивідуальної програми навчання;
- відсутність фіксованих термінів навчання;
- вільний вибір місця навчання.

Реалізація функцій навчального процесу в системі відкритої освіти припускає наявність таких функціональних складових:

- підготовка дистанційних навчальних курсів і посібників;
- керування навчальним контентом;
- забезпечення зв'язку електронної бібліотеки з навчальним процесом, доступ до IP Інтернету;
- адміністрування навчального процесу;
- планування процесу навчання, контроль і оцінка ступеня засвоєння індивідуальних знань осіб, які навчаються;
- комунікації у процесі навчання і адміністрування.

Дистанційна освіта – це форма одержання освіти, що базується на застосуванні ІКТ в навчальному процесі. Основна її перевага – гнучкість, тобто слухачі можуть самостійно обирати час занять і визначати їх інтенсивність, знаходячись при цьому в постійному контакті з інтерактивним викладачем (тьютором). Еталонна модель освітньої технологічної системи може включати такі системні компоненти, як об'єкт навчання, педагог, оцінювання, постачання навчальних курсів, навчальні ресурси та успішність. Курс СДН розробляється на модульній

основі: кожен модуль містить навчально-методичний комплекс дисципліни (НМКД), який містить чітко окреслений обсяг знань та вмінь і призначений для вивчення протягом певної кількості годин за навчально-тематичним планом даної дисципліни, а форма контролю здачі курсу передбачає проходження тестування екзаменаційних питань.

Основні вимоги до побудови модулів: логічність виділення структурної одиниці, відповідність її змісту розділу, наявність для слухача можливості прямої навігації з будь-якої структурної одиниці в будь-яку іншу, логічно з нею пов'язану, можливість переходу від одного розділу до іншого розділу курсу.

Методична допомога має будуватися так, щоб слухач міг перейти від навчання під керівництвом викладача до навчальної діяльності, що організовується самостійно, з заміною викладацького контролю самоконтролем. Мережна система ДН складається з двох взаємозалежних частин: клієнтської (з боку того, кого навчають,) і серверної (з боку тьютора). Серверна частина розташовується на Web-сайті тьютора, на якому відбувається такі процеси:

- реєстрація слухача;
- вибір набору курсів та сценарію їх вивчення;
- вивчення мультимедійних інтерактивних курсів;
- виконання практичних завдань та ділові ігри;
- тестування отриманих знань та оцінка результатів навчання;
- формування звіту про процес навчання;
- зворотній зв'язок з тьютором для оптимізації процесу навчання.

Основу клієнтської частини складає інтерфейс Web-браузера ("тонкий" клієнт) або спеціалізоване програмне забезпечення робочої станції клієнта, приміром, Java-застосунки ("товстий" клієнт).

Система дистанційного навчання на платформі MicroStrategy. Розглянемо приклад системи дистанційного навчання на основі "тонкого" клієнта, створений на платформі MicroStrategy [3] – аналітичного засобу класу Business Intelligence, призначеного для інтелектуального аналізу, формування звітів і встановлення взаємозв'язків у різних функціональних областях діяльності підприємства. MicroStrategy Web забезпечує створення нерегламентованих запитів, аналіз даних, швидке розгортання і настроювання, спрощуючи процес прийняття рішень. Для всіх користувачів передбачений доступ, як до агрегованої, так і до детальної інформації (на рівні транзакцій).

Тонкий клієнт, реалізований у форматі HTML, усуває проблеми сумісності з браузерами, розгортається через усі засоби мережного захисту.

СДН містить такі базові блоки: інформаційний – для інформаційного наповнення ресурсу; комунікативний – для інтерактивного викладання; контролю знань – механізм тестування і оцінки; управління, що об'єднує інші підсистеми.

СДН забезпечує доставку слухачам навчального матеріалу за допомогою сучасних ІКТ; інтерактивну взаємодію слухачів і викладачів у процесі навчання; надання слухачам можливостей самостійної роботи; оцінку знань і навичок слухачів у процесі навчання. Основною проблемою СДН є забезпечення інтероперабельності у поданні знань, щоб знання, формалізовані для одних курсів, мож-

на було використовувати в інших, посилаючись на них, ефективно здійснювати пошук на семантичному рівні. Здобуття знань є одним з найважливіших і слабоформалізованих процесів у навчанні. Тому застосування нових інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) привело до змін у формах і способах одержання знань.

Постановка задачі. Для підвищення ефективності процесу навчання користувачів СДН, розробленої за допомогою MicroStrategy, пропонується розширити її функції, додавши до неї онтології, які містять знання про дистанційні курси та моделі навчального процесу, та набір ПА, які дозволяють позбавити користувачів від рутинних операцій та автоматизовано враховувати персональні вимоги та переваги користувачів, налаштовуючи процес навчання з урахуванням свого досвіду взаємодії з користувачами.

Онтологічне подання знань в СДН. Через те, що процес навчання безпосередньо пов'язаний з обміном знаннями між викладачем та студентом, потрібно використовувати формалізоване інтероперабельне подання знань. Сьогодні найбільш поширені системи, що використовують для цього онтології. Використання стандартів технологій дистанційного навчання (ДН) забезпечує доступ до територіально розосереджених навчальних ІР, створених різними постачальниками освітніх послуг та поданих в Інтернеті, і функціонування СДН в єдиному інформаційно-освітньому середовищі. Перш ніж вивчати певні курси, слухачі мають можливість обрати саме ті предмети, які їх цікавлять. Проте це важко зробити тільки за назвою курсу. Для цього доцільно використовувати онтології курсів та порівнювати їх з онтологіями інтересів або спеціалізації конкретного слухача. Вдалі набори курсів та послідовності їх вивчення можна побудувати, індуктивно узагальнюючи досвід тих, хто вже закінчив процес освіти та ефективно реалізує його результати у практичній діяльності. Крім того, слухачі потребують інформацію про структуру навчального закладу (приміром, функції викладачів, методистів, деканату) та особливості навчального процесу (наприклад, про форми контролю навчання, час та місце проведення занять, форму та розміри оплати), яку теж доцільно подавати у вигляді онтології.

Неформально онтологія – це певний опис погляду на світ у конкретній сфері інтересів, який складається з набору термінів і правил їх використання, що обмежує їх значення в рамках конкретної предметної області (ПрО). Онтології дозволяють подати поняття так, що вони стають придатними для машинної обробки. Використання онтологій дозволяє перебороти проблему семантичної гетерогенності [4]. На формальному рівні онтологія складається з термінів, їх визначень і атрибутів, відношень між цими термінами, а також пов'язаних з ними аксіом і правил виведення [5]. Це БЗ спеціального виду із семантичною інформацією певної ПрО. Компоненти онтології залежать від парадигми подання. Практично всі моделі онтологій містять певні концепти (поняття, класи), властивості концептів (атрибути, ролі), відношення між концептами (залежності, функції) та додаткові обмеження, що визначаються аксіомами. Концептом може бути опис задачі, функції, дії, стратегії, процесу міркування тощо. Відношення представ-

ляють тип взаємодії між концептами ПрО. Приклад бінарного відношення – "є частиною". Аксиоми моделюють твердження, що завжди є істинними.

Онтологічне подання знань про курси, що входять до складу системи дистанційної освіти, можна використовувати для об'єднання інформаційних ресурсів (ІР) однієї області знань у єдиний інформаційний простір (рис. 1).

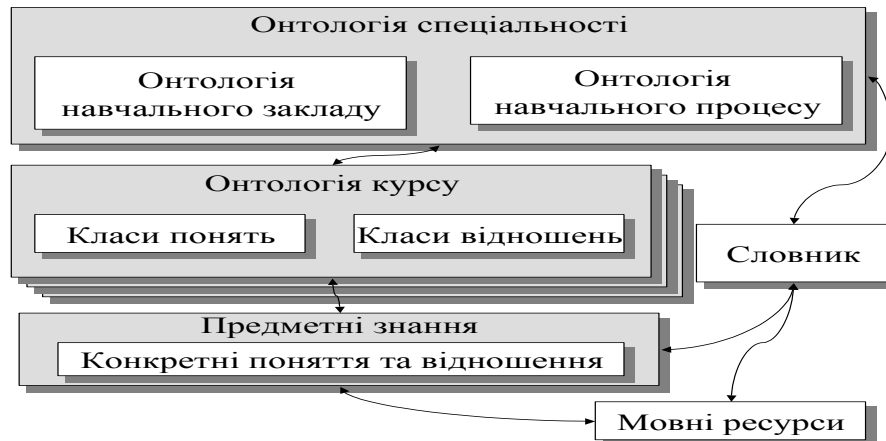


РИС. 1. Онтологічне подання знань системи дистанційного навчання

Онтологія спеціальності містить класи понять із заданими на них семантичними відношеннями. Вона умовно розділена на онтологію навчального закладу та онтологію навчального процесу. Онтологія навчального закладу містить загальні класи понять, щодо його організаційно-функціональної структури: складові штатного розпису (викладачі, адміністрація, обслуговуючий персонал), слухачі та відношення між ними. Онтологія навчального процесу містить поняття, що задають структуру для опису методики навчання, такі як модулі, форми контролю знань, шкала оцінювання знань, розклад занять. Термінами онтології є такі об'єкти: модуль, лекція, лабораторна робота, тестове завдання, додаткова література.

Онтологія курсу відображає загальні знання ПрО курсу, такі як ієрархія класів понять, семантичні відношення між цими класами. Предметні знання – частина знань, що містить тільки конкретні поняття і відношення. Онтологія мови документів (словник) – це система мовних засобів, які використовуються для подання онтології ПрО. Лінгвістична інформація подається словнику за допомогою функціональних груп лексем, виділених класів понять і набору додаткових атрибутів, що відображають специфіку виразів: синоніми, омоніми тощо. Створення онтологій (як ручне, так і автоматизоване) потребує розробки відповідних мовних та програмних засобів, орієнтованих як на людей, так і на програмні агенти. Розробка універсальних засобів семантичної обробки інформації шляхом інтеграції усіх наявних підходів є метою проекту Semantic Web консорціуму W3C (рис. 2).

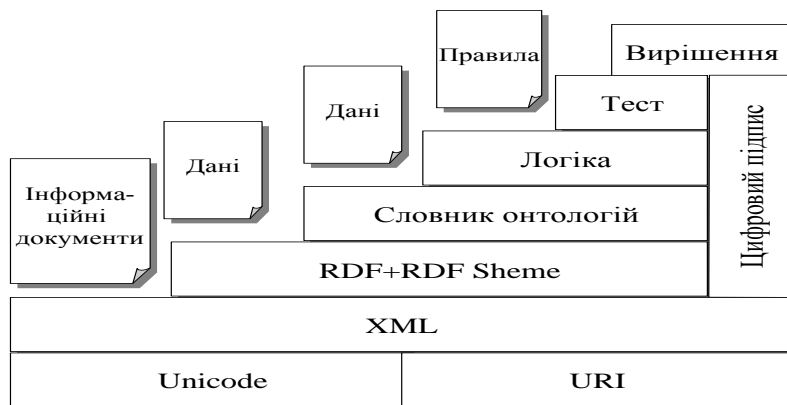


РИС. 2. Рівні Semantic Web

На сьогодні найбільш поширена мова подання онтологій OWL (Web Ontology Language). Онтологія OWL є послідовністю аксіом і фактів, а також посилань на інші онтології. Це документи Web, на які посилаються через URI.

Protégé [6] – локальна, вільно розповсюджувана Java-програма, призначена для побудови (створення, редагування і перегляду) онтологій ПрО. Protégé включає редактор онтологій, що дозволяє проектувати онтології, розгортаючи ієрархічну структуру абстрактних та конкретних класів і слотів. На основі сформованої онтології Protégé дозволяє генерувати форми отримання знань для введення екземплярів класів і підкласів. Інструмент має зручний графічний інтерфейс. Він підтримує використання мови OWL та дозволяє генерувати html-документи, які відображають структуру онтологій.

Програмні агенти в системах дистанційного навчання. Знання, подані у вигляді онтології, зручно обробляти не тільки людині. Їх можуть також застосовувати програмні агенти (ПА). Вони є новою парадигмою програмування, яка дозволяє перейти на новий, більш інтелектуальний рівень взаємодії користувача з програмним і апаратним забезпеченням. ПА називають програмну сутність з такими ознаками, як цілеспрямована поведінка, знання методів вирішення проблеми для певної ПрО, автономна і проактивна діяльність від імені клієнта і здатність навчатися на досвіді спілкування з клієнтом або конкретною проблемою. Це визначення висуває на перший план соціальні аспекти взаємодії між користувачем і агентом [1].

Еталонна модель освітньої технологічної системи містить такі системні компоненти: об'єкт навчання, педагог, оцінювання, постачання навчальних курсів, навчальні ресурси, успішність. Функціональні складові СДН: процеси (навчання, оцінка знань, викладання, постачання); БД (навчальні ресурси, успішність, слухачі); потоки даних (інформація про переваги в навчанні, поведінку, оцінки, переваги і результати виконання навчальних завдань, запити тощо).

ПА можуть використовуватися для реалізації функцій усіх цих складових, але найбільш широко вони застосовуються для забезпечення комунікацій між об'єктами системи дистанційного навчання та ресурсами, що використовуються у цьому процесі.

Нині існує багато інструментів дистанційного навчання та *e-learning*, які рідяться за функціями та цілями. Призначення ПА в цій сфері – забезпечити слухачам доступ до потрібних курсів та зручні умови навчання. Так, студенти різних спеціальностей вчать за різними програмами і в багатьох випадках мають різну теоретичну і практичну підготовку. Їх персональні ПА аналізують це і пропонують їм не тільки універсальну програму курсу, але і додаткові факти і довідники від інших курсів, яких вони не вивчали.

Через те, що процес навчання безпосередньо пов'язаний з обміном знаннями між викладачем та студентом, ПА мають використовувати формалізоване інтероперабельне подання знань. Сьогодні найбільш поширені системи, що використовують для цього онтології. Приміром, пропонується мультиагентний онтологічний підхід до створення розподілених систем дистанційного навчання (СДН), що базується на принципах проекту *Semantic Web* і агентних технологіях. Використання стандартів технологій дистанційного навчання (ДН) забезпечує доступ до територіально розосереджених навчальних ІР, створених різними постачальниками освітніх послуг та поданих в Інтернеті, і функціонування СДН в єдиному інформаційно-освітньому середовищі.

Характерною рисою архітектури мультиагентних онтологічних СДН (МОСДН) є реалізація розподіленості і персоналізації за допомогою мультиагентного онтологічного підходу. Розподіленість забезпечується за рахунок використання ПА, територіально розосереджених на різних комп'ютерах: персональні агенти створюються для кожного, кого навчають, на порталі ДН, агент-координатор здійснює керування СДН на сервері ДН, агент навчальних ІР здійснює доступ до навчальних матеріалів з комп'ютерів різних постачальників освітніх послуг. Персоналізація навчання досягається за рахунок онтологічних моделей, що забезпечують метазнання для здійснення індивідуального підбору навчальних матеріалів з використанням МОСДН. Метазнання подані мовою *OWL*.

У процесі роботи МОСДН має можливість одержувати дані про переваги користувача як явно (анкетування, обробка користувальницьких запитів), так і неявно (наприклад, аналізуючи статистику відвідування різних розділів). На базі цієї інформації можна будувати евристичні класифікації користувачів і припущення про "наступні кроки" користувача, відповідним чином перебудовувати засоби навігації, формувати освітні сценарії (наприклад, залежно від рівня підготовки користувача або часу).

У МОСДН можна виділити агенти слухача, тьютора та курсу, а також агентів-посередників (брокерів, координаторів, адміністраторів, інформаторів тощо). Застосування концепції інтелектуальних ПА для розробки системи дистанційної освіти дозволяє спростити і якісно поліпшити процес одержання людиною знань і інформації, дає можливість персональному агенту користувача виконувати автономно задачі, поставлені перед ним, здобувати і систематизувати знання, що

виводить подібні системи на якісно новий рівень. Інтелектуальні ПА здійснюють обробку навчально-методичної та іншої інформації, що зберігається в БД системи, її адаптацію до переваг користувачів і можливості транспортної підсистеми і доставку її користувачам. Використання агентів забезпечує особливо високу гнучкість, ефективність, а також надійність обробки інформаційних потоків в інформаційному освітньому середовищі. Для зміни сценаріїв роботи системи достатньо змінити або доповнити базу правил функціонування інтелектуальних ПА. Для розширення функціональних можливостей системи в неї можуть додаватися нові ПА.

Взаємодіючи з користувачами системи, інтелектуальні ПА накопичують і обробляють дані про їх переваги. Це дозволяє ПА змінювати сценарії своєї поведінки, що зрештою приводить до самонастроювання системи під вимоги конкретних користувачів – слухачів і тьюторів. Підбір даних може здійснюватися у вигляді обробки запитів, аналізу траєкторії переміщення в навчальному просторі і анкетування. Приміром, на протязі засвоєння слухачами певного курсу накопичуються статистичні відомості про цей процес (порядок та тривалість вивчення окремих модулів, результати проміжного тестування, форми виконання практичних завдань. Види надання звітності тощо), які порівнюються з оцінками, які отримують слухачі. На основі цих даних персональні агенти слухачів рекомендують їм ті сценарії, які з урахуванням їх персональних особливостей мають привести до найкращих результатів.

Висновки. Здобуття предметних знань – найскладніший та найтриваліший етап у створенні систем дистанційного навчання (як і інших інформаційних систем, що базуються на експертних знаннях). Онтологічне подання знань забезпечує їх інтероперабельність та дозволяє повторно використовувати їх при створенні нових курсів та модулів, а також дозволяє автоматизувати пошук інформації про ці курси (мету, завдання, предмет курсу, його основні терміни, пов'язані з ним курси) на семантичному рівні. Цю інформацію можуть використовувати агенти для персоналізації процесу навчання.

1. Плескач В.Л., Рогушина Ю.В. Агентні технології: Монографія. – К.: КНТЕУ, 2005. – 344 с.
2. *Современные компьютерные технологии в дистанционном обучении.* Науч.изд. Под ред. А.И. Пушкаря – Харьков: ХНЭУ, 2004. – 396 с.
3. *Microstrategy 7.* – <http://www.microstrategy.com>
4. Овдій О.М., Проскудіна Г.Ю. Онтології у контексті інтеграції інформації: представлення, методи та інструменти побудови // Проблеми програмування. – 2004. – № 4. – С. 353 – 366.
5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2001. – 382 с.
6. Musen M. Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Protege with the EON Architecture // *Methods of Inform. in Medicine*, 1998. – P. 540 –550.

Получено 15.06.2005