УДК 004.891.3

Бідюк О.І. (ХмНУ)
Скрипка А.О. (ВІТІ)
к.т.н., доц. **Огнєвий О.В.** (ХмНУ)

МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ НАВЧАЮЧИХ СИСТЕМАХ

У статті проведено аналіз моделі предметної області та її можлива реалізація.

Розглянуто загальні схеми побудови моделі учня та їх функції, методи побудови моделі користувача (учня) комп'ютерного навчання і систем для діалогу на природній мові, стандартизований контроль знань в АНС.

Ключові слова: орграф, модель учня, навчальна система, контроль знань, адаптація, оверлейн модель.

Вступ. Побудова програмного комплексу дозволить створювати на його основі навчальні системи, орієнтовані на роботу в мережі і мають доступ до більших обсягів розподілених даних. Введення до складу програмного комплексу експертної системи дасть викладачеві можливість за допомогою правил бази знань керувати процесом навчання в залежності від характеристик конкретного процесу навчання, зокрема, від результатів контролю знань учня, забезпечуючи тим самий диференційований підхід.

Постановка завдання. Організація моделі предметної області (МПО) у вигляді семіотичної мережі, в основі якої лежить орграф, дозволяє використовувати для аналізу МПО апарат теорії графів.[2]

Нехай G - орграф, що описує МПО, $VG = \{v_i\}$- множина вершин і $VE = \{e_i\}$- множина дуг цього орграфа. Орграф G не повинен містити:

1. петель, тобто дуг (v_i, v_i)

2. циклів, тобто таких маршрутів $v_1, e_1, v_2, e_2, ..., e_k, v_{k+1}$, в яких $v_1 = v_{k+1}$ (де v_i, e_i - відповідно номери вершин і дуг, що входять в маршрут).

3. незв'язних вершин або підграфів. Для визначення наявності незв'язних вершин (підграфів) орграф розглядається як неорієнтований граф. Неорієнтований граф є зв'язним тоді і тільки тоді, коли для довільної фіксованої вершини v існує маршрут $v,..u$, де u будь - яка інша вершина графа.

Крім аналізу МПО використання графів дає можливість вирішити оптимізаційну задачу, пов'язану з визначенням доцільної послідовності вивчення тем як в рамках курсу, так і декількох взаємопов'язаних курсів (дисциплін). МПО відображає логічні зв'язки між темами (поняттями), які належать, можливо, до різних дисциплін. Відповідно, послідовність освоєння тем повинна бути така, щоб до початку вивчення теми i всі попередні їй теми (поняття) були вже вивчені.

Ця задача зводиться до задачі розфарбування вершин графа. Нагадаємо, що розфарбуванням графа G називається довільна функція виду

$$f : VG \to \{1,2,...,k\},$$

де k - кількість різних фарб. В даному випадку рішенням задачі визначення послідовності вивчення тем є таким розфарбування орграфа G, при якій для будь-якого маршруту $v_1, e_1, v_2, e_2, ..., e_k, v_{k+1}$, вершини якого розмальовані кольорами $l_1, l_2, ..l_k$, вірно твердження $l_i < l_j$, якщо $i < j$.

Виклад основного матеріалу. Організація моделі предметної області (МПО). Модель предметної області призначена для вирішення двох взаємопов'язаних завдань. Ця модель відображає зв'язки між елементами навчального процесу і, отже, визначає послідовність вивчення матеріалу (адміністративна завдання), а також можливі причини помилок учня, що

виникли із-за незнання попереднього матеріалу (завдання консультації і адаптивного керування).

Можлива реалізація роботи з семіотичної мережею через програмний модуль на мові високого рівня. Опис цієї мережі може задаватися в текстовому файлі формату, що відповідало б принципам відкритості та переносимості. Але задамося питанням: чи потрібна переносимість у даному випадку? Незмінне зміст навчальної системи складають навчальні матеріали та тести. Розраховувати на те, що яка-небудь інша оболонка навчальної системи дозволить використовувати складно організоване опис МПО в його первісному вигляді, було б наївно. Значить, від принципу переносимості для опису МПО можна безболісно відмовитися.

З іншого боку, знання про структуру ЗА застосовуються в правилах бази знань підсистеми управління, організованої за допомогою продукційної моделі (набору правил). Якщо організувати МПО також з використанням продукційної моделі, можна легко вирішити задачу сполучення цих двох підсистем. Крім того, подання МПО у вигляді набору правил має ще одну перевагу: можливість модифікації цього набору дозволяє змінювати саму процедуру роботи з мережею (поширення збудження по мережі), тобто здійснювати алгоритмічну налаштування МПО.

Але для організації управління процесом навчання недостатньо мати модель предметної області. Система повинна мати інформацію про те, в якому стані знаходиться процес навчання конкретного учня. Для обліку цих відомостей вводиться модель учня.

Модель учня. В даний час не існує загальноприйнятого визначення поняття "модель учня". Але можна виділити два основних підходу до побудови такої моделі.

1. В експертно-навчальних системах (ЕНС) під моделлю користувача розуміють набір характеристик (параметрів) і сукупність правил, які на підставі значень цих характеристик керують процесом спілкування системи з користувачем [3].

2. В інших класах навчальних систем під моделлю користувача зазвичай розуміють набір вимірюваних параметрів, під час роботи системи з учнем і визначає ступінь засвоєння ним знань з досліджуваного предмета.

Насправді, розуміння моделі учня як набору параметрів - це занадто вузьке розуміння. Без урахування методів, які працюють з даним набором характеристик, цей набір втрачає сенс. Отже, модель учня (МУ) можна визначити як сукупність набору характеристик учня і методів (правил) обробки цього набору.

В ЕОС ці правила прив'язані до конкретної ПЗ, що дозволяє, природно, більш якісно імітувати спілкування учня з фахівцем у даній предметній області. Але АНС не може бути орієнтована на конкретну, тому і призначення правил, що входять в модель того, хто навчається, має бути іншим. В першу чергу ці правила повинні проводити зміни самої моделі учня за результатами його роботи з системою. Це дозволить викладачеві керувати формуванням на цій моделі, тобто здійснювати алгоритмічну налаштування без програмування.

Модель учня повинна включати в себе інформацію:

a) цілі навчання;

b) про знання учня в рамках досліджуваного курсу (поточний стан процесу навчання);

c) про особливості подачі навчальних матеріалів і вибору контрольних завдань і запитань;

e) про правила зміни моделі учня за результатами роботи з учнем.(Пункт c) тісно співвідноситься зі знаннями про стратегії навчання).

Для кожного учня може бути задана своя мета роботи з системою і своє підмножина досліджуваного матеріалу, яке визначає початкову настройку системи та є базою для подальшої роботи з учнем.

Поточний стан процесу навчання фактично являє собою проекцію знань учня на модель предметної області. Проекція обмежена рамками заданих виучуваного маршрутів і включає відомості про результати вивчення окремих тем курсу (проходження вершин мережі).

Результати вивчення окремих тем можуть бути представлені як сукупність результатів контролю знань по даній темі (якщо він передбачений) і набір значень параметрів, які можуть бути виміряні під час роботи з учнем (кількість звернень до вершини (темі), час роботи з матеріалом, середній час відповіді на запитання тощо).

Максимальну здатність системи налаштовуватися на вимоги конкретного викладача до моделі учня можна забезпечити, надавши користувачу можливість самостійно формувати модель того, хто навчається, тобто включати в цю модель довільні параметри і задавати способи їх підрахунку і правила зміни моделі.

Наявність моделі учня дозволить організувати гнучке (адаптивне керування процесом навчання. Адаптивна навчальна система може містити декілька варіантів викладення одного і того ж матеріалу. Рішення про продовження навчання по одному з варіантів має прийматися на підставі значень параметрів моделі учня. Значення параметрів можуть також враховуватися системою при виборі контрольних завдань, лабораторних робіт і т. п.

Отже, модель того, хто навчається, виконує наступні функції:

• адаптація до виучуваного керуючих впливів системи;

• визначення рівня знань студента щодо досліджуваного курсу та ступеня досягнення заданої мети навчання.

Розглянемо деякі існуючі методи побудови моделей учня.

Методи побудови моделі учня. Методи побудови моделі користувача (учня) активно досліджуються в області систем комп'ютерного навчання і систем для діалогу на природній мові [4].

Найбільш простий для реалізації є оверлейн модель. Вона будується на припущенні, що знання учня і знання системи мають аналогічну структуру, при цьому знання учня є підмножиною знань системи. Кожній темі ПО додається числовий атрибут, що показує ступінь розуміння учнем матеріалу по цій темі. Значення цього атрибута визначаться в ході опитування учня.

Більш складна стратегія запропонована для *різницевої моделі*. При побудові цієї моделі система аналізує відповіді учня і порівнює їх з тими знаннями, які закладені в системі та якими користується експерт при вирішенні подібних завдань. Відмінності між цими знаннями і лягають в основу моделі користувача. Ця модель дозволяє враховувати не тільки відсутність знань у студента, але і неправильне їх використання.

В якості особливості різницевої моделі можна вказати, що вона, так само як і оверлейна модель, припускає ідентичність структури системи знань і учня. (Втім, для навчальної системи це не є перешкодою до використання цих моделей, т. к. завдання системи якраз і полягає в тому, щоб передати свої знання вивченого в тій формі, в якій вони закладені).

Пертурбаційна модель будується на припущенні, що знання користувача і знання системи можуть частково збігатися. У цьому випадку важливою передумовою побудови такої моделі є ідентифікація причин розбіжності, оскільки без визначення розбіжностей модель користувача буде занадто невизначеною.

Розрізняють такі причини розбіжностей:

• недолік знань;

• наявність помилкових знань;

• неправильне застосування знань або невміння їх застосовувати;

• помилка, породжена неуважністю;

• навмисне допущена помилка (дається перший-ліпший відповідь). Остання причина легко виявиться, якщо поставити кілька простих запитань. Виявлення інших причин можна здійснити шляхом повторного опитування учня (т.н. *уточнення*).

Як видно, всі ці методи передбачають наявність не тільки деяких кількісних параметрів (описовій частині), але й наявність способів (правил) визначення ступеня відповідності системи знань і знань учня, тобто процедурної частинию

Загальні принципи побудови моделі учня. Аналіз систем навчання дозволяє зробити наступний висновок: більшість з існуючих навчальних систем не містить моделі учня [1] [5].

Ті ж системи, до складу яких входить ця модель, побудована на підставі жорстко запрограмованих алгоритмів і наборів параметрів (ЕКСТЕРН, РЕПЕТИТОР, КАДІС та ін).

Розробники закладають в систему певний метод (у кращому разі - кілька методів побудови моделі учня. Модель будується за сукупністю характеристик (параметрів), які розробники визнали суттєвими для визначення МО і які програма вміє розраховувати. Цей підхід є загальноприйнятим, але він володіє очевидними недоліками:

• жорстко заданий набір параметрів і алгоритмів знижує гнучкість системи;

• обмеження можливості налаштування системи звужують коло користувачів системи. Цих недоліків можна уникнути, якщо включити в навчальну систему можливість формування *довільного* набору параметрів і завдання алгоритму поведінки системи в залежності від значень цих параметрів. Крім цього в систему необхідно включити деякі готові моделі учня, які можна буде використовувати без попередньої настройки, наприклад, автоматично. Це полегшить роботу з системою непідготовленим користувачам (викладачам) і скоротить час на підготовку системи до використання.

Контроль знань**.** Контроль знань студента є важливою частиною роботи з користувачем. Він забезпечує зворотний зв'язок з учнем і призначений в першу чергу для визначення рівня знань учня з метою організації адаптивного управління навчанням.

У навчальних системах зазвичай використовуються два основних підходу до організації контролю знань:

1. Оцінка дій учня [6]. Цей метод застосовується в експертно - навчальних системах, тобто навчальних системах, заснованих на знаннях. Знання про предметної області і правила оцінки дій учня дозволяють системі в ході діалогу з учнем визначати рівень його знань без завдання контрольних питань. За допомогою цього методу можна на високому рівні моделювати взаємодію викладача з учнем, але, як вже говорилося вище, обговорення подібних систем виходить за рамки даної роботи.

2. Стандартизований контроль знань [7]. Сутність їх полягає в тому, виучуваного пропонується вибірка спеціальних завдань та відповідей на неї виноситься судження про його знаннях. Стандартизовані методи контролю знань мають наступні позитивні властивості, що визначають доцільність їх застосування:

• короткочасність перевірки;

• стандартність проведення перевірки та аналізу результатів;

• можливість подання результатів перевірки в числовій формі;

• можливість математичної обробки результатів.

Для вимірювання здібностей стандартизованими методами необхідно проводити періодичні, а не одноразові перевірки.

Стандартизований контроль знань в АНС виконується з допомогою тестів. У загальному випадку, коли перевірку результатів тесту здійснює людина, тест - це набір питань і правильних відповідей на них (еталонів). Якщо ж визначення правильності відповіді покладається на ЕОМ, необхідно включити в тест набір параметрів, керуючих алгоритмів перевірки виконання тесту.

Педагогічні тести прийнято ділити на нормативно - орієнтовані і критеріально-орієнтовані. У першому випадку результатом тесту є кількісна оцінка знань тестованих, а у другому - якісна (типу "здав - не здав"). Для опису нормативно - орієнтованого тестування широке поширення отримали логістичні моделі та досліджує їх IRT-аналіз (Item Response Theory). Ця теорія добре вивчена в частині, що відноситься до дихотомическим тестів, для яких розроблені одне-, двох - і трехпараметрические моделі для аналізу результатів тестування (моделі Раша-Бирнбаума).

На жаль, для дихотомічних тестів вводиться сильне обмеження - двухбалльна система оцінки відповіді: відповідь вважається або абсолютно правильним, або зовсім неправильним. Це обмеження не відповідає реальному положенню, коли правильність відповіді визначає викладач, який підходить до оцінки відповіді диференційовано. Тому доцільно включити в

систему контролю знань, можливість аналізу відповіді тестованого з визначенням ступеня правильності відповіді, тобто ступеня його відповідності еталону.

Схеми проведення контролю знань. Розглянемо загальну схему проведення контролю знань. У загальному випадку контроль здійснюється за декілька сеансів C_i, кожен з яких будується на основі моделі учня. Результати сеансів в свою чергу спричиняють (можуть спричинити) зміна моделі (рис.1).

Якщо розглядати окремий сеанс, то він складається з трьох етапів:

• підготовка завдання для контролю (з урахуванням моделі учня),
• опитування учня,
• оцінка результатів опитування та внесення змін у модель учня.

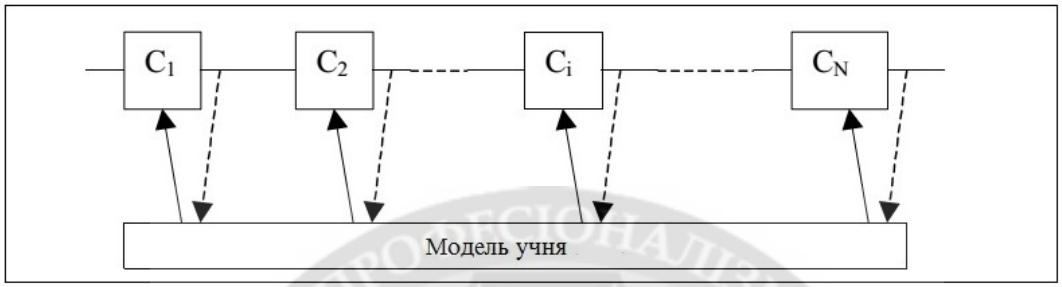

Рис. 1. Взаємовплив сеансів контролю знань і моделі учня

Загальна схема проведення сеансу контролю знань представлена на рис. 2.

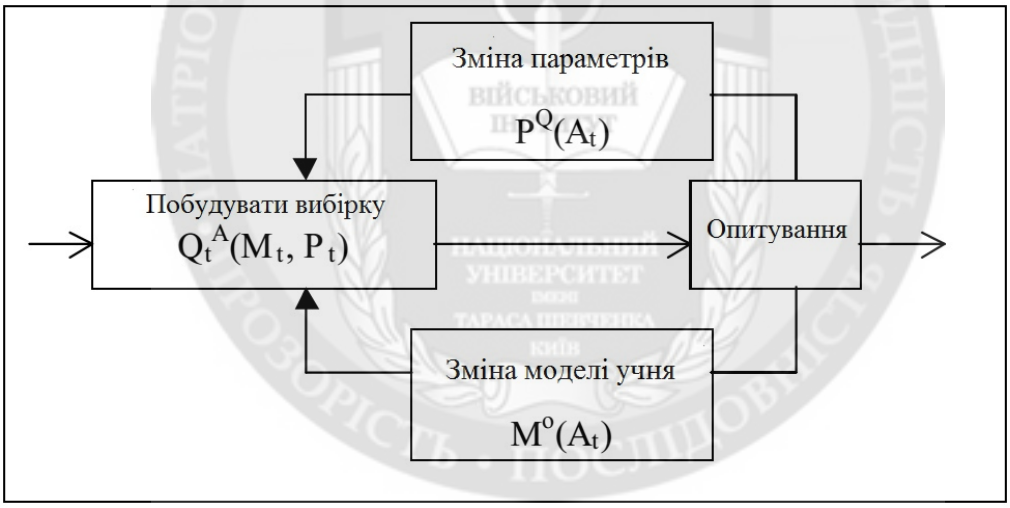

Рис. 2. Загальна схема проведення контролю знань

Для формування контрольного завдання з безлічі питань Q вибирається підмножина питань (вибірка), які будуть задані учню.

Назвемо це *актуальною безліччю* $Q^4, Q^A \supset Q$ Q^4. Спочатку це безліч залежить від моделі учня M^o і від параметрів питань P^Q. У процесі опитування це множина може зазнавати зміни. Зміна актуального множини на підставі відповіді A_1 учня на чергове запитання може здійснюватися через модифікацію моделі учня або завдання інших параметрів питань. Наявність зворотного зв'язку актуального безлічі і відповіді учня забезпечує адаптацію Q^A до виучуваного під час проведення контролю. При реалізації більш примітивних форм контролю знань одна або обидві зворотних зв'язку можуть бути відсутніми.

Висновок. Розглянуто різні алгоритми та схеми проведення контролю знань, визначений набір базисних характеристик, призначених для параметричної настройки підсистеми контролю знань. Побудова програмного комплексу на вищенаведених принципах дозволить створювати на його основі навчальні системи, орієнтовані на роботу в мережі і мають доступ до більших обсягів розподілених даних. Введення до складу програмного комплексу експертної системи дасть викладачеві можливість за допомогою правил бази знань керувати процесом навчання в залежності від характеристик конкретного процесу навчання, зокрема, від результатів контролю знань учня, забезпечуючи тим самий диференційований підхід.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Тихонов А.Н. Компьютерные технологии в высшем образовании / А.Н. Тихонов, В.А.Садовничий и др.- М.: Москва. ун-та., 1994. - 272 с.

2. Емеличев В.А. Лекции по теории графов / Емеличев В.А., Мельников О.И. Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. - 384 с.

3. Приобретение знаний: Пер. с япон. / под ред. С. Осуги, Ю. Саэки. – М.: Мир, 1990. – 304 с

4. Оцуки С. Приобретение знаний и обучение в диалоге: Пер. с япон. / под ред. С. Осуги, Ю. Саэки. - М.: Мир, 1990. - 304 с.

5. Обучающие машины, системы и комплексы: Справочник / Под ред. А.Я. Савельева. - Киев: Вища шк., 1986. - 303 с.

6. Применение ЭВМ в учебном процессе [Сборник докладов научно-технич. семинара] / под ред. А.И. Берга. - М.: Сов. радио, 1969. - 248 с.

7. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний: метод. Пособие / А.П. Свиридов - М.: Высшая школа, 1981. - 262 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Мясіщев О.А., професор кафедри комп'ютерних систем та мереж, Хмельницький національний університет

Бидюк А.И., Скрипка А.А., к.т.н., доц. Огневой А.В.

МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

В статье проведен анализ модели предметной области и ее возможная реализация.

Рассмотрены общие схемы построения модели обучаемого и их функции, методы построения модели пользователя (обучаемого) компьютерного обучения и систем для диалога на естественном языке, стандартизированный контроль знаний в АОС.

Ключевые слова: орграф, модель обучаемого, обучающая система, контроль знаний, адаптация, оверлейный модель.

Bidyuk P.I., Skripka A.A., Ph.D. Ognevoyi A.V.

METHODS OF CONTROL OF KNOWLEDGE IN THE AUTOMATED TRAINING SYSTEMS

The article analyzes the domain model and its possible implementation.

The general scheme of constructing the model student and their functions, methods of constructing the model user (student) computer training and systems for natural language dialogue, standardized control knowledge ANS.

Keywords: directed graph, model student, educational system, control knowledge, adaptation, overlay model.