

монтажа  
 видеоизображен  
 и т.д.  
 Благодаря  
 этому, компания  
 может  
 размещать  
 информацию о  
 своей продукции  
 как на печатных  
 носителях так и  
 размещать ее в  
 сети Интернет и  
 на телевидении,  
 а так же  
 использовать в  
 эфирное время  
 на FM радио.



Рис. Услуги предприятия после внедрения кросс-медийной технологии

### Заключение

В работе рассмотрены преимущества внедрения кросс-медийных технологий на полиграфических предприятиях. Данный процесс позволяет существенно повысить эффективность уже существующих на предприятиях рабочих потоков. Приведена схема рабочих потоков предприятия, которое использует кросс-медийный издательский процесс. Внедрение кросс-медийных технологий и услуг позволит существенно повысить конкурентоспособность полиграфических предприятий в условиях растущей конкуренции со стороны Интернет-изданий.

**Список литературы:** 1. Ратман, К. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Выбор стратегии [Текст] : пер. с англ. Н. Романова; – М. : ЦАПТ, 2007. – 197 с. 2. Гейл, Л. Кросс-медийные системы в полиграфии и издательском деле. Организация бизнеса [Текст] / Л. Гейл, М. Эванс, Т. Дефино : пер. с англ. Н. Романова; – М. : ЦАПТ, 2007. – 196 с.

*Поступила в редколлегию 11.05.2012*

**УДК 519.7:007.52**

**Я.В. СВЯТКИН**, асис.,НТУ «ХП», Харків,

### МОДЕЛЬ НАВЧАННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ НАВІГАЦІЙНИХ ПРАВИЛ ГЕНЕРАЦІЇ І ДИНАМІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ СТРАТЕГІЙ НАВЧАННЯ В БАЗИСІ АЛГЕБРИ СКІНЧЕННИХ ПРЕДИКАТІВ

У статті сформульована задача побудови моделі навчання в інтелектуальній адаптивній гіпермедіа системі з застосуванням навігаційних правил генерації і динамічної модифікації стратегій навчання в базисі алгебри скінченних предикатів.

**Ключові слова:** метод навчання, інтелектуальна адаптивна гіпермедіа система, алгебри скінченних предикатів.

В статье сформулирована задача построения модели обучения интеллектуальной адаптивной гипермедиа системы с использованием навигационных правил и динамической модификации стратегии обучения в базисе алгебры конечных предикатов.

**Ключевые слова:** метод обучения, интеллектуальная адаптивная гипермедиа система, алгебра конечных предикатов.

In the article the problem of constructing a model of teaching intelligent adaptive hypermedia systems using the navigation rules, and dynamic modification of teaching strategies in the basis of the algebra of finite predicates.

**Keywords:** method of teaching intelligent adaptive hypermedia system, the algebra of finite predicates.

Інтенсивне впровадження інформаційних технологій у навчальний процес довело значні переваги комп'ютеризованого навчання. Значні досягнення в галузі формального подання знань за допомогою теорії штучного інтелекту створюють реальну основу для побудови інтелектуальних навчальних адаптивних гіпермедиа систем (ІНАГС). Використання нових інформаційних технологій та методів штучного інтелекту значно підвищує якість та процес інтенсифікації навчання, суттєво підвищують можливості навчання. Такі системи підтримують моделі користувача і застосовують ці моделі для адаптації навчального гіпермедиа простору та методик викладання до його потреб. Таким чином, кожен користувач має свою власну траєкторію навчання та індивідуальні навігаційні можливості для роботи з гіпермедиа простором.

Задача навчання сьогодні є найменш формалізованою в класі розглянутих «типових задач» штучного інтелекту, що пов'язано зі слабкою розробкою педагогічних і психологічних теорій одержання знань, формування понять, побудови умовиводів й ін. проблемам. Однак задача навчання може бути декомпована на послідовність більш простих задач, таких як *діагностика, інтерпретація, планування, проектування*, що впливають одна за одною у чітко визначеному порядку, і зв'язавши рішення перерахованих завдань із побудовою відповідних моделей – користувача (діагностика), навчання (планування, проектування, адаптація), пояснення (інтерпретація).

Тому з погляду концепції типової моделі задача навчання  $M$  включає побудову трьох наступних підмоделей (рис. 4):

- модель користувача, ( $M_1$ );
- модель навчання ( $M_2$ );
- модель пояснення ( $M_3$ ).

При побудові інтелектуальних навчальних адаптивних гіпермедиа систем (ІНАГС). Проаналізовано основні моделі представлення знань, та розглянуто основні методи ідентифікації знань (класифікація, метод компараторного аналізу).

При побудові комплексної моделі інтелектуальної адаптивної навчальної гіпермедійної комп'ютерної системи визначено математичний інструментарій на базисі алгебри скінченних предикатів для представлення знань та моделювання

стратегії навчання  
в інтелектуальних  
гіпермедіа  
системах  
елементами  
адаптації  
моделі  
користувача.  
Відношення  
предикатом  
моделювання  
будь-яких

3

до  
 $M_1$

для

Модель задачі навчання  $M$

модель суб'єкта навчання, ( $M_1$ )

модель навчання ( $M_2$ )

модель пояснення ( $M_3$ )

- облікова інформація;
- початковий рівень знань і вмінь;
- завершальний рівень знань і вмінь;
- алгоритми виявлення рівня знань і вмінь;
- алгоритми психологічного тестування

- множина суб'єкта навчання;
- множина стратегій;
- множина учбових дій;
- правила генерації стратегії навчання в залежності від  $M_1$ .

- ланцюг пояснення;
- детальність пояснення;
- алгоритми логічного вивода

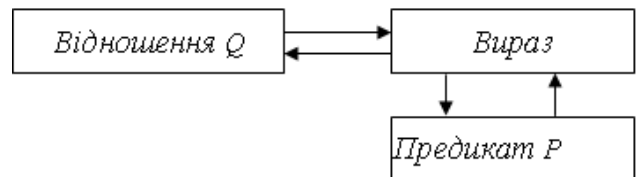
Рис. 1. Модель задачі навчання

інтелектуальних і

процесів, у тому числі і процесів одержання нових знань (навчання), моделювання процесу адаптації до потреб користувача запропоновано описувати в такий спосіб:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_m) = \begin{cases} 1, & \text{если } x_1, x_2, \dots, x_m \in P \\ 0, & \text{если } x_1, x_2, \dots, x_m \notin P. \end{cases}$$

Схему переходу від довільного відношення  $Q$  до предиката  $P$  і назад можна представити в наступному вигляді (див. рис. 2).



Виходячи із запропонованої загальної моделі, довільне знання про факт можна навести відношенням:

Рис. 2. Схему переходу від довільного відношення до предиката

$$\{(a_{11}, a_{21}, \dots, a_{m1}), (a_{12}, a_{22}, \dots, a_{m2}), \dots, (a_{1r}, a_{2r}, \dots, a_{mr})\},$$

де  $r$  – кількість наборів у відношенні.

Це знання виражається висловлюванням:

$$x_1 = a_{11} \text{ и } x_1 = a_{21} \text{ и } \dots \text{ и } x_1 = a_{m1} \text{ или } x_1 = a_{12} \text{ и } x_1 = a_{22} \text{ и } \dots \text{ и } x_1 = a_{m2} \text{ или } \dots \text{ или } x_1 = a_{1r} \text{ и } x_1 = a_{2r} \text{ и } \dots \text{ и } x_1 = a_{mr}$$

Мовою алгебри предикатів це знання запишеться у вигляді формули:

$$x_1^{a_{11}}, x_2^{a_{21}}, \dots, x_m^{a_{m1}} x_1^{a_{12}}, x_2^{a_{22}}, \dots, x_m^{a_{m2}} \vee \dots \vee x_1^{a_{1r}}, x_2^{a_{2r}}, \dots, x_m^{a_{mr}},$$

яку традиційно назвемо диз'юнктивною нормальною формою (ДНФ) предиката.

Алгебра предикатів описує тільки знання про факти. Алгебра предикатних операцій формалізує операції над знаннями, що представлені у вигляді відносин на деякому предметному просторі  $M$ . Алгебра предикатів описує декларативну складову знань, а алгебра предикатних операцій – процедурну складову адаптації навчання. Введено алгебру предикатних операцій з константами і змінними, тобто різновид алгебри предикатних операцій з базисними елементами, що складаються із «тотожних предикатних операцій» та «константних предикатних операцій». Тотожною предикатною операцією по змінній  $X_j (j = 1, \dots, n)$

називається операція  $F(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) = X_j$  при будь-яких  $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n \in M$ . Ця операція називається операцією вибору аргументу. Існує  $n$  таких операцій. Константною предикатною операцією називається операція  $F(X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n) = P$  при будь-яких  $X_1, X_2, \dots, X_j, \dots, X_n \in M$ , де  $P$  – предикат на множенні  $M$ . Кожному предикату  $P \in M$  відповідає своя константна предикатна операція.

У дослідженні доведено, що процес навчання можливо описати за допомогою «диз'юнктивно-кон'юнктивної алгебри предикатних операцій». Диз'юнктивно-кон'юнктивною алгеброю предикатних операцій називається така алгебра предикатних операцій, базисними операціями якої є операції диз'юнкції  $X \vee Y$ , кон'юнкції  $X \wedge Y$  для будь-яких предикатних операцій  $X$  і  $Y$ , а базисними елементами є константи  $P \in M$  і предикати дізнання предикатів  $X_j^p (j = 1, \dots, n), P \in M$ . При будь-якому носії  $N$  алгебра предикатних операцій повна. Диз'юнктивно-кон'юнктивна алгебра предикатів на носії  $M$  є підалгеброю алгебри предикатних операцій на носії  $N$ . Алгебра предикатних операцій разом з її підалгеброю, що є алгеброю предикатів, називається алгеброю предикатів і предикатних операцій.

Алгебра предикатів і предикатних операцій у теорії інтелекту може використовуватися для опису баз даних і баз знань та моделювання навчання та опису правил побудови його стратегії. Таким чином, використовуючи алгебру предикатів і предикатних операцій, можна створити інтегровану модель навчання, засновану на традиційних моделях подання знань, а також на моделях подання знань природною мовою.

В системі для кожного окремого елемента подання інформації в гіперструктурі – навчальному предикату введено відношення приналежності  $\Delta$  відібраних навчальних документів  $t_a, t_b$  одному конструктиву в такий спосіб:

$$t_a \Delta t_b \Leftrightarrow (\forall p \in P)(R(t_a, p) = R(t_b, p)).$$

Відношення  $\Delta$  визначає мінімально розподілене подання цілісності. Відношення  $\Delta$  має властивості рефлексивності  $t_a \Delta t_b$ ; симетричності  $(\forall t_a, t_b \in T)(t_a \Delta t_b) \Rightarrow t_b \Delta t_a$ ; транзитивності  $(\forall t_a, t_b, t_c \in T)(t_a \Delta t_b)(t_b \Delta t_c) \Rightarrow t_a \Delta t_c$ , отже, відношення  $\Delta$  є еквівалентністю.

Для понять предметної галузі, що лежать в основі побудови гіпер-структури, також введено відношення  $\Pi$  приналежності понять  $p_i, p_j$  понятійній основі конструктиву  $P$ :

$$p_i \Pi p_j \Leftrightarrow (\forall p \in T)(R(t, p_i) = R(t, p_j)).$$

Відношення  $\Pi$  визначає закономірності структурування цілісності. При розробці елементів алгебри предикатів та предикатних операцій побудований ряд предикатів і доведена їхня функціональність. Предикат  $E_\Delta$  пропонується використовувати для визначення дидактичної близькості документів  $t_a$  і  $t_b$  з множини однотипних форм: якщо  $E_\Delta(t_a, t_b) = 1$ , тоді  $R(t_a, p) = R(t_b, p)$  для будь-якого поняття  $p$  з множини понять  $P$ . Отже, всі властивості документів  $t_a$  і  $t_b$ , що відповідають поняттями з множини  $\Psi$ , збігаються. Якщо  $E_\Delta(t_a, t_b) = 0$ , то таке

поняття  $p \in P$ , для якого  $R(t_a, p) \neq R(t_b, p)$ , доводить дидактичне розходження  $t_a$  і  $t_b$ . Аналогічно предикат  $E_{\Pi}(p_i, p_j) = 0$  може бути використаний для визначення функціональної еквівалентності понять  $p_i$  і  $p_j$  з множини  $P$ : якщо  $E_{\Pi}(p_i, p_j) = 1$ , тоді,  $R(t, p_i) = R(t, p_j)$  для будь-якого документа  $t$  з множини  $T$ , тобто ці поняття одночасно відповідають документу  $t \in T$ , або одночасно не відповідають. Обидва введених предиката  $E_{\Delta}$  і  $E_{\Pi}$  є еквівалентностями, отже, факторизують множини різних форм і понять. Предикат  $E_{\Delta}$  визначає розбивання множини  $T$  на шари  $S$  дидактично близьких документів. Предикат  $E_{\Pi}$  визначає розбивання множини  $P$  на шари  $L$  функціонально еквівалентних понять; при цьому поняття з різних шарів  $L$  функціонально еквівалентними не є.

При подальшому розвитку моделі  $M_2$  до рівня адаптивної моделі навчання інтелектуальної гіпермеда системи, що враховує індивідуальні особливості користувача, на всіх етапах передачі знань, була розроблена алгоритмічна база навігаційних правил, тобто сукупність процедур генерації і динамічної модифікації стратегій навчання  $S$ . Процедура генерації стратегій навчання  $S$  полягає, у відкритті або приховуванні вузлів гіпермедіа простору, що найбільш відповідає рівню знань користувача. Ця модель дозволяє автоматизувати етап проектування подання навчального матеріалу в ІНАГС, і є універсальною відносно до форми подання інформаційних об'єктів, до методики розподілу навчального матеріалу за рівнями викладання і до методики оцінювання знань.

Розроблені навігаційні правила засновані на принципі адаптивного приховування зв'язків гіпермадіа простору. ІНАГС, використовуючи навігаційне правило, вирішує, які вузли приховувати і які вузли можуть бути пов'язані з поточним вузлом із множини  $\{P\}$ .

Для побудови універсальної моделі адаптації потрібно реалізувати наступні чотири види навігаційних правил:

- загальні навігаційні правила;
- навігаційні правила вузла;
- глобальні навігаційні правила користувача;
- локальні навігаційні правила користувача.

Навігаційне правило може бути розділене на два типи: правила вузла і загальне правило. Правило вузла визначено і застосовується тільки для певного вузла. Загальне правило – для того, щоб описати навігаційні шляхи в дидактичному просторі  $M$ , згідно еталонної моделі  $M_e$ , які використовуються найчастіше. У навігаційному правилі мають бути описані зв'язки, які повинні бути показані у відповідності з ідентифікатором вузла, а також ті зв'язки, що відповідають класу вузла, який є метою зв'язку. Навігаційне правило, яке використовує набір параметрів користувача з його моделі  $M_1$ , названо навігаційним правилом користувача. Система приховує всі зв'язки, на які не посилаються в навігаційному правилі.

Навігаційні правила генерації стратегії  $S$ , для моделі адаптивної моделі навчання  $M_2$ :

- загальне навігаційне правило:

$$M_1(P_{11} \wedge P_{1h} \wedge \dots \wedge P_{m1} \wedge P_{mh}) \rightarrow M_2(P_1 \wedge \dots \wedge P_n);$$

- навігаційне правило вузла:

$$M_1(P_{11} \wedge P_{1h} \wedge \dots \wedge P_{m1} \wedge P_{mh}) \rightarrow S(D_1 \wedge \dots \wedge D_n);$$

- глобальне навігаційне правило користувача:

$$e_1 \# S(M_1, M_e) \# e_2 \rightarrow M_2(P_1 \wedge \dots \wedge P_n);$$

- локальне навігаційне правило користувача:

$$e_1 \# S(M_{1i}, M_{ei}) \# e_2 \rightarrow S(D_1 \wedge \dots \wedge D_n),$$

де:  $p_i$  – дидактичний предикат множини  $M$ ;  $D$  – ідентифікатор вузла, інформація якого буде показана користувачу в рамках генерації стратегії навчання;  $h$  – кількість історій, які були задіяні у моделі користувача  $M_1$ ;  $m$  – кількість образів шляху;  $n$  – кількість ідентифікаторів вузлів, які будуть показані суб'єкту навчання згідно  $M_e$ ;  $S(M_{1i}, M_{ei})$  – параметр ступеня толерантності на  $i$ -му кроці;  $e$  – межа ступеня толерантності в межах від 0 до 1;  $\#$  – операція, яка представляється одним з наступних трьох логічних операторів: '<', '<=' або '='.

З лівого боку формули у першому та другому правилах зазначено історію шляху  $M_1$ , яка представляє собою результат роботи користувача у дидактичному просторі  $M$  ІНАГС. Навігаційне правило означає, що система показує учню зв'язок, ідентифікатор вузла або клас, які зазначені у його правій частині, якщо історія шляху учня відповідає одному зі зразків історій, які записані в його лівій частині. Відмінність третього й четвертого навігаційних правил від першого та другого полягають у тому, що зліва зазначено діапазон значень коефіцієнта толерантності знань  $S(M_1, M_e)$ . Навігаційне правило користувача означає, що система показує зв'язок, ідентифікатор вузла або клас, що зазначені у його правій частині, якщо параметр коефіцієнта толерантності знань, зазначений у лівій частині, знаходиться в межах завданого діапазону.

Якщо у вузла є декілька навігаційних правил, система показує всі зв'язки, які підтверджуються будь-яким навігаційним правилом. Таким чином, якщо, принаймні, одне правило з декількох схвалює надання певного зв'язку, система показує зв'язок незалежно від інших навігаційних правил.

На рис. 5 наведено приклад навігації на основі всіх вищеописаних навігаційних правил. Класи визначені наступним чином:  $A$  – вузли з питанням (тестовим завданням),  $B$  – вузли, що містять інформацію для правильної відповіді,  $C$  – вузли з інформацією для неправильної відповіді,  $D$  – вузли з поясненням для користувача з низьким рівнем знань,  $E$  – вузли з поясненням для користувача з високим рівнем знань.

Навігаційне правило визначено для дидактичного предиката  $P_i$  вузла  $B5$ . Це правило застосовується тільки в цьому вузлі. Правило  $A \wedge C \wedge A \rightarrow D7$  означає, що, коли користувач заходить у вузол  $B5$  і історія шляху користувача –  $A \wedge C \wedge A$ , система показує зв'язок до вузла  $D7$  і приховує зв'язок до вузла  $E8$ . Оскільки клас  $B2$  означає, що суб'єкт навчання відповів вірно, а класи  $C1, C3$  – невірно, історія взаємодії користувача з ІНАГС показує, що користувач відповідав на питання у вузлі  $A0$  невірно, а у вузлі  $A4$  – вірно.  $A \wedge B \wedge A \rightarrow E8$  означає що, якщо користувач відповів вірно на запитання у вузлах  $A0$  і  $A4$ , то система показує лише зв'язок до вузла  $E8$ . Тобто система змінює стратегію  $S$  процесу навчання

згідно з поточними результатами навчальної діяльності учня.

Найбільш поширеними навігаційними помилками, які можуть зустрічатися в навігації будь-якої ІНАГС, є «глухий кут» – стан ІНАГС, коли всі зв'язки приховані й учень не може піти далі після досягнення вузла з навігаційним правилом та «петля» – стан ІНАГС, коли учень досягає вузла, у якому він вже був. Поява глухого кута змушує припинити рух досягнення наступних вузлів у гіперпросторі. Використання петлі може бути ефективно, наприклад, коли зв'язок необхідний для повернення до головної сторінки. Проблеми з петлями виникають лише в тому випадку, коли вони є незапланованими.

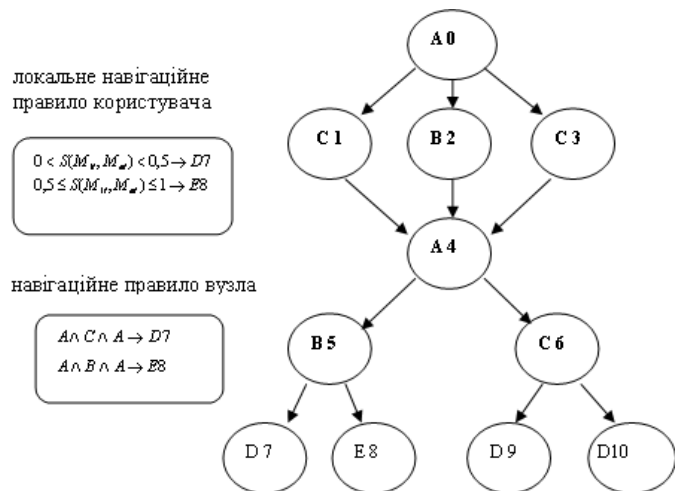


Рис. 3. Приклад навігаційних правил

**Список літератури:** 1.Булкин В.И. Компараторная идентификация знаний в биологических и искусственных интеллектуальных информационных системах // Вестник ХГТУ. – №1(14): Сб. науч. тр. – Херсон: ХГТУ, 2002. – С. 272 – 276: ил. 10. – табл. 1. – Библиогр.: 3 назв. 2.Булкин В.И. О представлении знаний в интеллектуальных информационных системах // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии».– Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005.– №41.– С. 93–100.3.Булкин В.И. О представлении знаний в интеллектуальных информационных системах с использованием метода раздельной многослойной декомпозиции бинарных предикатов // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Системный анализ, управление и информационные технологии».– Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005.– №54.– С. 94–99.

Поступила в редколлегию 15.05.2012.

УДК 338.4:519.2

**С. Е. ГАРДЕР**, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков,  
**Е. В. ГОЛОВАЧ**, студ., НТУ «ХПИ», Харьков

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

В статті пропонуються математичні методи для побудовання моделі залежності взаємопов'язаних часовими рядів та визначення причинно-наслідкових залежностей.

В статье предлагаются математические методы для построения модели зависимости взаимосвязанных временных рядов и определение причинно-следственных зависимостей.

In the article mathematical methods to model dependence of interrelated time series and determine the cause and effect.

**Введение и постановка задачи.** При изучении экономических явлений наибольший интерес представляет взаимосвязь экономических величин. Использование традиционных корреляционных методов может привести к