

резисторі R_2 буде пропорційна різниці між поточним та початковим значеннями напруги діагностичного сигналу, тобто без врахування постійного падіння напруги на діоді $VD5$ $u_{R2} = u_{R1} - U_{оп}$. За характеристики діагностичного сигналу (рис. 8) вимірювалися амплітудне U_{R1max} (крива 1) і дійове U_{R1} (крива 2) значення напруги на резисторі R_1 , які пропорційні відповідним значенням струму Δi , та амплітудне значення напруги на резисторі R_2 U_{R2max} (крива 3).

Криві на рис. 8 описуються рівняннями:

$$U_{R1max}(t) = 6E-11t^4 - 1E-07t^3 + 1E-04t^2 - 0,0241t + 5,8544 \quad \text{при } R^2 = 0,3573;$$

$$U_{R2max}(t) = 2E-11t^4 - 4E-08t^3 + 3E-05t^2 - 0,0079t + 3,83 \quad \text{при } R^2 = 0,1998;$$

$$U_{R1}(t) = 9E-12t^4 - 2E-08t^3 + 8E-06t^2 - 0,0005t + 1,5759 \quad \text{при } R^2 = 0,2328.$$

З рис. 8 видно, що сигнали U_{R1} і U_{R2max} більш наочно відображають процес зносу ЩКВ. На початку напрацювання МПС (до 50–60 год) відбувається припрацювання щіток і всі три параметри зменшуються. У процесі нормальної роботи ЩКВ і вихідні параметри пристрою майже не змінюються. Потім починається помітний знос щіток і вихідні параметри пристрою збільшуються (від 850 год і більше). Зростання параметра U_{R1} у порівнянні з параметром U_{R2max} , як видно з рис. 8, починається із запізненням на 200 – 300 год, тому більш достовірним діагностичним параметром слід вважати параметр U_{R2max} , оскільки він характеризує стан окремих або групи КП, на яких з'являється іскріння, у той час як ЩКВ у цілому ще може працювати задовільно.

Отже, за значеннями $U_{R1}(t)$ і $U_{R2max}(t)$ діагностичного сигналу, який пропорційно залежить від струму Δi , можна проводити контроль ЩКВ за вказаними дефектами, але з урахуванням індивідуальної інформації стосовно до цих параметрів для кожної окремої МПС.

Список літератури

1. Курилов В.И. Влияние параметров якоря на процесс контроля щеточно-коллекторного узла // Автоматизация процессов технического обслуживания и ремонта авиационного оборудования воздушных судов: Сб. науч. тр. – К.: КИИГА, 1988. – С. 76–82.
2. Лифшиц П.С. Скользящий контакт электрических машин. – М.: Энергия, 1974. – 272 с.
3. Исследование и разработка методов повышения эффективности технического обслуживания систем электрооборудования и пилотажно-навигационного комплекса (СЭО и ПНК) самолета Ту-154; Отчет о НИР (промежуточ.) / Киев. ин-т. инж. гражданской авиации (КИИГА). – 305В-77. – К., 1978. – 191 с.

Стаття надійшла до редакції 02.09.02.

УДК 658.336:007:681.3.06

ББК 60.011.2-4+313.14-5

Н.М. Шибіцька, канд. техн. наук, доц.

ЕТАЛОННИЙ ПІДХІД ДО ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ ДИДАКТИЧНИХ ЗНАТЬ

Розглянуто методика аналізу інформаційних процесів з погляду декларування знань у системі навчання та оцінювання знань оператора за допомогою еталонного підходу до формування відношення переваги.

Ефективність функціонування системи навчання визначається моделями формування дидактичних знань, декларування знань у системі і характеристиками процесу придбання знань оператором. Для реалізації функції керування в системі необхідно виконувати виміри знань і вмінь оператора в заданих точках процесу навчання.

В існуючих методиках оцінювання знань операторів ергатичних систем як критерії використовують припустимі граничні відхилення значень тимчасових і точнісних характеристик реакцій оператора. Якість розв'язання задачі оператором оцінюється за відхиленням між фактичними й оптимальними значеннями вимірювальних величин. Великий обсяг даних, що накопи-

чуються, і обмежені можливості імітації реального процесу керування технічною системою ускладнюють формування характеристик процесу навчання в режимі реального часу.

Найбільше поширення одержали методи оцінювання інформаційних процесів у системі навчання на основі статистичної теорії [1], в якій за критерій, що узагальнює, використовується можливість виконання тим, якого навчають, контрольного завдання за двобальною шкалою (0 – неуспішне або 1 – успішне рішення завдання).

У традиційних системах для оцінювання процесу навчання використовують вхідний, поточний і заключний контроль (див. таблицю).

Засоби діагностики знань і умінь

Тип контролю	Вид контролю	Дидактична задача	Дидактична ціль	Параметри оператора
Вхідний	Тестовий	Класифікація операторів за рівнями інтелекту і розподіл завдань за складністю	Індивідуалізація навчання при масовій формі цього процесу	Відносний рівень інтелекту, залишковий рівень навчання
Поточний	Тестовий, контрольна робота	Оцінювання динаміки процесу придбання знань і умінь	Організація зворотного зв'язку від помилкових дій до необхідних знань	Рівень знань у теперішній момент часу
Заклучний	Тестовий, іспит	Оцінювання знань з дисципліни	Формування системи умінь	Рівень навчання з дисципліни

Вхідний тестовий контроль дозволяє визначити початковий рівень підготовки операторів з метою формування індивідуальних керуючих впливів у системі навчання.

Поточний контроль дозволяє визначити, на скільки успішно той, якого навчають, одержує знання й опанував системою умінь у процесі навчання, у протилежному випадку проводиться пошук зворотного зв'язку від помилкових дій до необхідних елементів знань.

Заклучний контроль або іспит покликаний формально оцінити знання і систему умінь по дисципліні, накопичених протягом всього часу навчання.

Результат іспиту є вірогідною оцінкою, оскільки система питань побудована так, що, по-перше, той, якого навчають, вибірково одержує деякі питання для захисту і, по-друге, можливість того, що і всі інші питання вивчені на тому ж рівні, на якому оцінені вибіркові питання, не велике.

Розглянемо задачу структурного аналізу інформаційних процесів в ергатичній системі навчання. За аналогією із системами автоматичного керування для аналізу інформаційних процесів в ергатичній системі навчання використовуємо вхідний тест-сигнал [2], що має властивості еталона в оцінюванні підпроцесів засвоєння, зберігання й застосування знань у фаховій діяльності оператора.

Уявимо структуру процесу діагностики стана оператора ергатичної системи у вигляді ієрархії еталонних індикаторів. Кожна підмножина індикаторів утворить клас із заданими критеріями еквівалентності елементів на різних рівнях ієрархії. Елементи класу нащадка утворять відношення з елементами класу предків. При цьому можна виділити такі типи відношень.

Тип відношення «простого спадкування» оцінюється по парах із класів предків і нащадків. Зокрема, даний тип відношень визначає сукупність понять, що входять у задану тему, або множину дидактичних знань, необхідних для формування умінь.

У типі «множинного спадкування» виділяється підмножина класів предків і нащадків. Наприклад, умінь може формуватися в результаті придбання знань із різних модулів.

Для оцінювання відношення типу «використання» в класі предків виділяється використувана частина.

Оцінювання відношення «наповнення» припускає визначення структурного відношення на елементах множини класу предків і індиціювання цього відношення на елемент класу нащадків. Відношення «наповнення» може використовуватися при оцінюванні наукового змісту за його розділами. З урахуванням зазначених відношень розробляються тестові завдання з використанням логіко-семантичного базису еталонів, концептуальні питання «хто, що» і «визначити поняття», концептуально-аналітичні питання «провести аналогію», концептуально-семантичні завдання з метою визначення змістової еквівалентності або близькості понять і ситуацій, проблемно-операційні завдання з метою розв'язання поставленої задачі.

Сприйняття інформації людиною можна уявити у вигляді спрямованого аналізу досліджуваних об'єктів, явищ і ситуацій. Відповіді на поставлені в тесті запитання дозволяють оцінити ступінь упорядкованості змістовної моделі і глибину аналізу досліджуваної ситуації.

Фактологічні питання по моделі «що-де-коли» спрямовують сприйняття на виявлення місця або області знаходження об'єкта і часу його існування. Нехай досліджуваний об'єкт (явище або ситуація) S_1 пов'язаний через оператор $\langle \psi \rangle$ з об'єктом S у момент часу t . Отже, можна записати

$$S(t) \langle \psi \rangle S_1(t), S_1(t), \dots, S_n(t).$$

Функціональні (цільові або причинні) питання «для чого-навіщо-чому» спрямовують сприйняття на вивчення фізичного руху об'єкта як процесу розгорнутої в часу послідовності подій і виявлення характерних змін об'єкта в ланцюжку причинно-наслідкових зв'язків:

$$\rightarrow S_1(t-2) \rightarrow S_1(t-1) \rightarrow S_1(t) \rightarrow S_1(t+1) \rightarrow \dots$$

Структурні питання «з чого» (або з яких частин складається) спрямовують сприйняття на аналіз зовнішнього вигляду об'єкта S_1 , його структури і складових його частин $S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n}$, що за допомогою оператора ψ утворюють ціле

$$S_1 \langle \psi \rangle S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n};$$

Кількісні питання «скільки – на скільки» спрямовані на виявлення знання кількісних властивостей об'єктів і застосування їх при різних умовах і ситуаціях.

При зростанні числа елементів у системі знань і узагальнення дидактичних знань в ієрархічну структуру виникає необхідність використання еталонних структур знань для оцінювання процесів у системі навчання.

У теорії інформаційних систем основне призначення еталона полягає в тому, що інформація визначеного типу, що міститься в ньому, служить для оцінки аналогічної інформації в інших об'єктах [3]. Ці оцінки можуть бути подані у вигляді бінарних відношень індивідуальної переваги.

Розглянемо приклад побудови еталонних структур S_i на базі $x_i \in X$. Ієрархічна структура елементів знань побудована на основі відношення спадкування, в якому фіксується спрямована зв'язність елементів знань. Застосування таких структур як системи еталонів, що реалізують відношення S , дозволяє обчислити деяку перевагу для елементів $x_i \in X$ знань системи щодо знань того, кого навчають, $y_i \in Y$ з метою побудови оверлейної моделі того, кого навчають.

Чітке відношення «бути еталоном» через свою бінарну природу може фіксувати наявність або відсутність тільки одного з цих факторів. У зв'язку з цим доцільно скористатися поняттям нечітких бінарних відношень, що дозволяють при відповідному використанні еталонів виражати перераховані співвідношення.

Для формування відношення індивідуальної переваги елементів знань тих, яких навчають, на множині знань системи при використанні чітких відношень застосовують такі відомі схеми експертного оцінювання:

- одночасне порівняння за перевагою всіх об'єктів;
- одночасне порівняння тільки двох об'єктів (парне порівняння).

Парні порівняння проводяться найбільш просто, проте їхнє число зі збільшенням об'єктів може бути дуже велике [4].

У процесі оцінювання знань того, якого навчають, $y_i \in Y$ з еталонними знаннями $x_i \in X$ системи в ідеальному випадку експертна система повинна порівнювати пари об'єктів (x_i, y_i) із метою визначення бінарного відношення. Критерієм оцінювання є ступінь подібності знань того, кого навчають, знанням системи.

Функціонування такого засобу експертного оцінювання визначається трьома відношеннями:

- заданим відношенням S на множині еталонних елементів $x_i \in X$ системи знань;
- шуканим відношенням R на множині оцінюваних елементів $y_i \in Y$ знань тих, яких навчають;
- відношенням F між множинами X і Y .

Отже, відношення S фіксує стан системи з еталонних елементів знань. Шукане відношення R повинно характеризувати стан системи знань того, якого навчають, $y_i \in Y$, а відношення F визначає характер взаємодії цих систем, характер їхнього узгодження.

Розглянутий підхід до експертного оцінювання знань того, якого навчають, Y з еталонною системою знань X має таку характерну рису. Елементи знань $x_i \in X$ утворюють систему знань тільки в тому випадку, коли для будь-якого елемента x_i існує відношення з елементом x_j і ці елементи утворюють пару (x_i, x_j) , що можна уявити у вигляді графу або матриці. Булева операція об'єднання таких пар дає повну множину елементів $x_i \in X$ знань і характеризує їхню повноту.

Визначимо нечітке бінарне відношення R як нечітку сукупність упорядкованих пар (x, y) елементів знань того, кого навчають, і знань системи, що характеризуються функцією належності $\mu_R(x, y)$, котра кожній парі (x, y) ставить у відповідність ступінь приналежності відношенню R . Якщо $X = Y$, то бінарне відношення визначене на множині X , якщо $X \neq Y$, то бінарне відношення визначене між множинами X і Y . Такі відношення називають відображеннями.

У теорії прийняття рішень [3; 4] розглядаються відношення переваги, що являють собою рефлексивні, зв'язні бінарні відношення. На практиці при експертному оцінюванні знань необхідно визначити функцію $\mu_R(x, y)$ приналежності відношенню R знань системи на множині знань Y того, кого навчають. При експертному оцінюванні знань оператора як вимірювальний «інструмент» використовують тестові завдання. Визначення ступеня відповідності складених завдань еталонним знанням системи є проблемним питанням.

Будемо вважати, що тест формується на основі множини знань X і за своєю структурою збігається зі структурою дидактичних знань системи. Проте бінарного відношення (один до одного) тестових питань до елемента знань системи і навпаки є недостатнім при оцінюванні знань того, кого навчають.

Для підвищення достовірності педагогічних вимірів пропонується на етапі проектування тесту формувати декілька еквівалентних завдань щодо елемента знань системи і досліджувати відношення один до багатьох. Розглянемо методику оцінюванні відношення переваги тестових питань до знань системи.

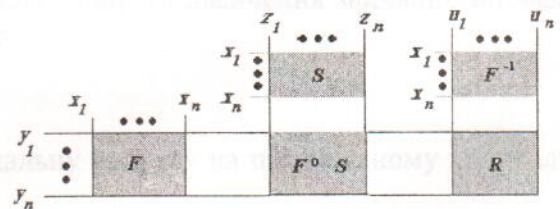
Задано дві множини X і Y з нечіткими відношеннями S і R на них відповідно, і нечітке відношення F між X і Y . Кортеж $\langle X, R; Y, S; F \rangle$ будемо називати узгодженою схемою, якщо виконає співвідношення (див. рисунок):

$$R = F \circ S \circ F^{-1}.$$

Відношення F є бінарним відношенням множини тестових завдань до еталонних знань системи. Це відношення оцінюється ступенем належності $\mu_F(x, y)$. Композиція $F \circ S$ обчислюється на основі відношень F і S за формулою:

$$\mu_{F \circ S}(y, z) = V \mu_F(x, y) \wedge \mu_S(x, z) = \text{MAX} [\text{MIN} (\mu_F(x, y), \mu_S(x, z))],$$

де $x, z \in X, y \in Y$.



Формування відношення R

Результуюче відношення R на множині тестових завдань визначає відношення переваги й обчислюється за формулою:

$$\mu_R(y, u) = V \mu_{F \circ S}(y, z) \wedge \mu_{F^{-1}}(x, u) = \text{MAX} [\text{MIN} (\mu_{F \circ S}(y, z), \mu_{F^{-1}}(x, u))],$$

де $y, u \in X$.

На експертні оцінки елементів таблиці $X \times Y$ не накладається ніяких обмежень, пов'язаних з умовою функціональності, але після закінчення експертизи кожний i -й рядок таблиці $X \times Y$ нормується максимальним значенням $f(y_i, x)$, $x \in X$.

Експерту пропонується спочатку вибрати для кожного y_i максимально близький до нього еталон x_i і оцінити їхню подібність $f(x_i, y)$ одиницею; а інші оцінки $f(x_i, y)$, $x \in X$, $l \neq j$, $i = \text{const}$ призначати, виходячи з максимально подібної пари.

Подамо предметну область дидактичних знань (нижній рівень) у вигляді мережі, кожному вузлу якої відповідає досліджуване поняття. Між вузлами виділимо типи зв'язків, що визначають можливу послідовність викладання навчального матеріалу і множину апіорних понять. На множині елементів знань виділимо підмножину $X^* \subset X$, при чому елементи знань $x_i \in X^* \subset X$ утворять структуру, в якій задана логічна послідовність викладання елементів x_i , ($i = 1, n$) за n кроків. Специфіка цієї частини знань $X^* \subset X$ полягає в тому, що рівень викладання матеріалу і ступінь складності навчальних задач орієнтуються на оператора з достатньо високою кваліфікацією. У результаті цього комп'ютерна система виконує інтелектуальне керування базою знань і активізує елемент-джерело знань $x_i \in X$, адаптивний до того, кого навчають.

Сучасні програмні засоби дозволяють створювати активне інформаційне середовище навчання з багаторівневою адаптацією до того, кого навчають, за рахунок структурування інформаційних потоків і формування структур із різними $q_i \in Q$.

Такий підхід до організації процесу навчання забезпечує формування знань операторів у формі структури, визначеної на множині елементів знань, необхідних для розв'язання поставленої задачі.

Список літератури

1. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний. – М.: Высш. шк., 1989. – 262 с.
2. Шиблицкая Н.Н. Методика принятия решений в интеллектуальных системах обучения с нечетко заданной целевой функцией // Вісн. кмуЦа. – 1998. – №1. – С. 307–314.
3. Гохман О.Г. Экспертное оценивание: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГУ, 1991. – 152 с.
4. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопр. анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. – С. 172–215.

Стаття надійшла до редакції 02.09.02.