



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA (11) 97149 (13) C2  
(51) МПК  
G06F 7/04 (2006.01)

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИМІРУ РІВНЯ ЗНАНЬ УЧНІВ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ ТЕСТУВАННІ

1

2

(21) а200912950

(22) 14.12.2009

(24) 10.01.2012

(46) 10.01.2012, Бюл.№ 1, 2012 р.

(72) ХОЛОД БОРИС ІВАНОВИЧ, ТАРАНЕНКО  
ЮРІЙ КАРЛОВИЧ, РІЗУН НІНА ОЛЕГІВНА

(73) ЗАКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНО-  
МІКИ ТА ПРАВА"

(56) UA 61415 A; 15.11.2003

RU 2145442 C1; 10.02.2000

RU 2356100 C2; 27.12.2006

RU 2158964 C1; 10.11.2000

RU 2338264 C1; 10.11.2008

US 5947747; 07.09.1999

JP 11345228 A; 14.12.1999

(57) Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні, що включає введення матеріалу для тестування за допомогою блока подачі матеріалу, визначення величини оцінки блоком форму-

вання оцінки як суми всіх балів за вірну відповідь на дане питання та значення, пропорційного заданій нормі часу для даного питання та часу, фактично витраченому на підготовку, який **відрізняється** тим, що перед проведенням тестування за допомогою блока пам'яті та блока обліку часу визначають нормативний час, який витрачають на відповіді учні в контрольній групі, та за допомогою блоків кореляції задають величину коефіцієнта кореляції як залежності між значеннями величин, пропорційних відповідно нормативному та фактично витраченому часу на кожну відповідь, матеріал для тестування подають як групу питань з можливістю довільного вибирання чергового запитання, а рівень знань учнів визначають шляхом коригування отриманої величини оцінки в залежності від результатів порівняння за допомогою блока порівняння величини фактичного та заданого коефіцієнтів кореляції.

Винахід належить до вимірювальної техніки і може бути використаний в цифрових обчислювальних машинах і пристроях для обробки цифрових даних від електронних обчислювальних машин, які використовуються при перевірці знань.

Відомий спосіб комп'ютерного тестування знань, при якому сигнал оцінки визначають як суму всіх сигналів, кожний з яких пропорційний нормі балів за відповідну вірну відповідь на дане питання. Тривалість процесу тестування при цьому залишається постійною. При здійсненні тестування цим способом сигнал оцінки формується як сума сигналів правильних відповідей. При цьому сигнал, відповідний кожній правильній відповіді, пропорційний нормі балів за це конкретне питання [1. Корчагин О.Н., Сарбаш М.В. Унифицированная программная оболочка для компьютерного контроля знаний учащихся:

<http://www.librarv.mephi.ru/data/scientific-sessions/2002/6/450.html>].

Недоліком способу є недостатня достовірність результатів контролю знань, пов'язана із підвищеною вірогідністю вгадування правильної відповіді та відсутністю врахування залежності між норма-

тивно встановленим та фактично витраченим часом на кожну відповідь.

Найбільш близьким (прототипом) до способу, що заявляється, є спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні, за яким сигнал оцінки визначають як суму всіх сигналів, пропорційних кількості балів за вірні відповіді, причому кожний з цих сигналів дорівнює добутку сигналу, пропорційного нормі балів за дане питання, і сигналу, пропорційного динамічному коефіцієнту готовності відповіді. Сигнал, пропорційний динамічному коефіцієнту готовності відповіді, визначають як частку від розподілу сигналу, пропорційного нормі часу для даного питання, і сигналу, пропорційного часу, фактично витраченому на підготовку даної відповіді. Якщо сигнал, пропорційний фактично витраченому часу на підготовку відповіді, виявиться меншим за сигнал, пропорційний нормі часу для даного питання, то сигнал динамічного коефіцієнта готовності відповіді приймають рівним одиниці [2. пат. UA № 61415A: МКВ G06 F/700 / Спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні/ Велігура Антон Володимирович, Лехцієр Леонід Романович, Ткаченко Віктор Петрович. - заявка № 2003010849; заявл.

(19) UA (11) 97149 (13) C2

31.01.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. № 11, 2003 р. - 5 с: іл. 2].

Недоліком способу є похибка виміру знань, яка виникає внаслідок відсутності урахування залежності величини сигналу оцінки від ступеня зв'язку між значеннями величин сигналів, пропорційних відповідно нормативному та фактично витраченому часу на кожну відповідь та, як наслідок, високої вірогідності вгадування правильних відповідей.

Задачею винаходу є удосконалення способу виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні, в якому шляхом введення нових технологічних операцій та параметрів досягається підвищення точності та достовірності обробки інформації, за рахунок чого забезпечується розширення області його застосування, оскільки сприяє підвищенню якості підготовки учнів.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні включає введення матеріалу для тестування за допомогою блока подачі матеріалу, визначення величини оцінки блоком формування оцінки як суми всіх балів за вірну відповідь на дане питання та значення, пропорційного заданій нормі часу для даного питання та часу, фактично витраченому на підготовку. Перед проведенням тестування за допомогою блока пам'яті та блока обліку часу визначають нормативний час, який витрачають на відповіді учні в контрольній групі, та за допомогою блоків кореляції задають величину коефіцієнта кореляції як залежності між значеннями величин, пропорційних відповідно нормативному та фактично витраченому часу на кожну відповідь. Матеріал для тестування подають як групу питань з можливістю довільного вибирання чергового запитання, а рівень знань учнів визначають шляхом коригування отриманої величини оцінки в залежності від результатів порівняння за допомогою блока порівняння величини фактичного та заданого коефіцієнтів кореляції.

Технічним результатом заявленого способу є підвищення точності та достовірності обробки інформації, за рахунок чого забезпечується розширення області застосування способу виміру рівня знань учнів при комп'ютерному тестуванні, оскільки сприяє підвищенню достовірності результатів контролю знань та підвищенню якості підготовки учнів.

На фігурі 1 наведена функціональна схема виміру рівня знань учнів у процесі комп'ютерного тестування, де:

- 1 - блок задавання величини встановленого коефіцієнта кореляції;
- 2 - блок подачі матеріалу для тестування;
- 3 - блок визначення величини фактичного сигналу коефіцієнту кореляції;
- 4 - блок формування оцінки виміру знань.

Блоки 1-4 реалізовані по типу IBM-стандарту з використанням стандартних процесорів, постійних пристроїв, що запам'ятовують, а також пристроїв вводу та виводу інформації таких як монітор, принтер, сканер і т. д. Вихід блока 1 з'єднаний із відповідним входом блока 4, на інші входи якого підключені єдиний вихід блока 3 та один із виходів

блока 2. Решта виходів блока 2 з'єднані із відповідними входами блока 3.

Тут та далі під поняттям сигнал приймається біт-послідовний цифровий потік, що несе інформацію про хід та результати тестування. Наприклад, сигнал оцінки, сигнал коефіцієнта кореляції, сигнал часу. Електричні параметри таких сигналів відповідають стандартам обміну інформацією в персональних комп'ютерах серії IBM згідно з суттю та назвою заявленого винаходу.

Запропонований спосіб виміру рівня знань учнів реалізується наступним чином:

1. У блоці задавання коефіцієнта кореляції (блок 1) задається величина сигналу встановленого коефіцієнта кореляції  $K_e$  як залежності значень величин сигналів, пропорційних відповідно нормативному та фактично витраченому часу на кожну відповідь. Значення коефіцієнта кореляції може задаватися у вигляді сигналів величини порогового значення  $K_e$  або нормованих ділянок його значень та є результатом обробки та аналізу статистичного матеріалу по результатам тестування достатньої з точки зору показності вибірки кількості груп учнів.

2. У блоці 2 формується матеріал для тестування як одночасне подання усіх питань (не менш 20) з можливістю довільного вибирання чергового питання для відповіді. Саме вільна навігація по запитаннях, а також надання учню можливості повторного вибору питання та виправлення результату відповіді є гарантією прозорості та демократичності процесу тестування, і, як наслідок, фактором підвищення достовірності та об'єктивності отриманого результату оцінки знань з урахування показників фактичного та нормативного часу, витраченого на кожну правильну відповідь.

3. У блоці 3 за сигналами  $X_i, Y_i$  визначається значення фактичного сигналу коефіцієнта кореляції  $K_i(X_i, Y_i)$ , який свідчить про залежність між послідовностями сигналів часу, фактично витраченого на підготовку відповіді  $X_i$ , та встановленої на відповідь норми часу  $Y_i$ , та одержується за співвідношенням:

$$K_i(X_i, Y_i) = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y}) / n \cdot \sigma_X \cdot \sigma_Y, \text{ де } \bar{X}, \bar{Y} -$$

сигнали середнього значення послідовності відповідно сигналів часу, фактично витраченого на підготовку відповіді  $X_i$ , та встановленої на відповідь норми часу  $Y_i$ ;  $\sigma_X^2, \sigma_Y^2$  - дисперсії послідовності відповідно сигналів часу, фактично витраченого на підготовку відповіді  $X_i$ , та встановленої на відповідь норми часу  $Y_i$ ;  $n$  - число відповідей, даних учнем.

4. У блоці формування оцінки виміру знань (блок 4) одержується величина сигналу оцінки результату тестування  $S_{оці}$  як сума всіх сигналів  $S_{нбі}$ , кожний з яких пропорційний нормі балів за вірну відповідь на дане питання та значенню сигналу, пропорційному заданій нормі часу для даного питання та часу, фактично витраченому на підготовку у залежності від результату порівняння величин фактичного сигналу коефіцієнта кореляції  $K_i(X_i, Y_i)$  та сигналу встановленого коефіцієнта кореляції  $K_e$ .

На фігурі 2 наведена функціональна схема прикладу практичної реалізації запропонованого способу виміру рівня знань учнів для комп'ютерного тестування, де:

- 1 - блок задавання величини встановленого коефіцієнта кореляції;
- 2 - блок подачі матеріалу для тестування;
- 3 - блок визначення величини фактичного сигналу коефіцієнта кореляції;
- 4 - блок пам'яті числового ряду нормативних часів відповідей;
- 5 - блок пам'яті числового ряду фактичних часів відповідей;
- 6 - блок обліку часу;
- 7 - перший блок множення;
- 8 - суматор;
- 9 - другий блок множення;
- 10 - блок порівняння;
- 11 - комутатор;
- 12 - блок округлення.

Для реалізації блоків 1-12 використовуються стандартні цифрові блоки суматора, корелятора, комутатора, пам'яті, тактового генератора та дисплея із контролером. Вихід блока 1 підключений на відповідний вхід блока 10. На інші два входи блока 10 відповідно підключені єдиний вихід блока 5 та один з виходів блока 4, решта виходів якого та виходи блока 3 з'єднані з відповідними входами блока 5. Виходи блока 2 зв'язані з відповідними єдиними входами блоків 3, 4, 5, 7 та декількома входами блоків 6 та 8. На інші входи блока 8 підключені відповідні виходи блока 7, один із виходів якого також з'єднаний із виходом блока 6. Виходи блока 8 підключені на відповідні входи блока 9 та 11, входи якого також зв'язані із єдиними виходами блоків 9 та 10. Вихід блока 11 підключений на відповідний вхід блока 12.

Згідно з фігурою 2 спосіб визначення величини сигналу оцінки рівня знань учнів реалізується наступним чином:

1. У блоці задавання коефіцієнта кореляції (блок 1) формується сигнал нормованих ділянок його значень  $K_e$ . Величина сигналу коефіцієнта кореляції  $K_e$ , що відповідає значенням нормованої ділянки коефіцієнта  $K_i(X_i, Y_i) < 0,29$ , свідчить про протилежний або слабкий зв'язок між послідовностями сигналів фактичного і нормованого часу, витраченого на відповідь, тобто про малі витрати часу на складні запитання та збільшені витрати часу на прості питання. Це можливо інтерпретувати і як проявлення специфічних особливостей мислення особи, що тестується, і як ефект вгадування певної кількості відповідей. Для підвищення об'єктивності оцінки знань у цьому випадку треба формувати сигнал оцінки як суму добутків сигналів, пропорційних нормі балів за вірну відповідь на співвідношення відповідно сигналів фактично витраченого часу та норми часу на відповідь. Причому, це відношення не буде прийматися більшим одиниці, завдяки чому процес зменшення величини сигналу оцінки бути відбуватися тільки у випадку занадто або досить швидких відповідей.

Величина сигналу коефіцієнта кореляції  $K_e$ , що відповідає значенням нормованої ділянки коефіцієнта  $0,3 < K_i(X_i, Y_i) < 0,49$ , свідчить про помірний зв'язок між послідовностями сигналів витраченого і нормованого часу. Це значення сигналу  $K_e$  не має однозначного тлумачення і є проміжним, тому величина впливу сигналу витраченого часу на оцінку результату може бути визначений інтегрально, тобто загальна сума всіх сигналів, пропорційних нормі балів за вірні відповіді, помножується на відношення величин сигналів фактично витраченого часу до норми часу на усі питання тесту. Оскільки, при інтегральному визначенні відхилення від фактично витраченого часу від норми часу по кожному питанню компенсуються за рахунок перерозподілу часу між питаннями, то у порівнянні із протилежним та слабким зв'язком величина сигналу оцінки збільшується, а зменшення відносно загальної суми всіх сигналів, пропорційних нормі балів за вірні відповіді, знову відбувається тільки внаслідок урахування фактів занадто швидких (тобто, напевно, вгаданих) відповідей.

Величина сигналу коефіцієнта кореляції  $K_e$ , що відповідає значенням нормованої ділянки коефіцієнта  $0,5 < K_i(X_i, Y_i)$ , свідчить про середній та сильний зв'язок між послідовностями сигналів фактично витраченого і нормованого часу, є показником свідомого розподілення часу на відповіді між складними та простими питаннями та інтерпретується як показник досить тривких та впевнених знань. Величину сигналу оцінки доцільно визначати як суму всіх сигналів, кожний з яких пропорційний нормі балів за вірну відповідь на дане питання (співвідношення відповідно сигналів фактично витраченого часу та норми часу на відповідь приймають рівним одиниці).

2. У блоці 2 формується матеріал для тестування як одночасне подання усіх питань з можливістю довільного вибирання чергового питання для відповіді.

3. Сигнали  $S_{FBI}$ ,  $S_{HBI}$ , пропорційні фактичному часу і нормі часу, витраченим на відповідь, потрапляють на входи блоків пам'яті числових рядів фактичного  $X_i$  і нормативного часу  $Y_i$  (блоки 4 та 5) та блока обліку часу (блок 6).

4. У блоці 3 за сигналами  $X_i$ ,  $Y_i$  визначається величина фактичного сигналу коефіцієнта кореляції  $K_i(X_i, Y_i)$ .

5. Одночасно у блоці обліку часу (блок 6) формується сигнал готовності відповіді  $S_{DK}$ , який прямо пропорційно залежить від відношення  $S_{FBI}/S_{HBI}$ .

6. У першому блоці множення (блок 7) з урахуванням сигналу  $S_{HBI}$ , пропорційного кількості балів за відповідь (при невірній відповіді 0 балів), формується сигнал можливої поточної оцінки для протилежного або слабого зв'язку між послідовностями сигналів фактично витраченого і нормованого часу

$S_{OЦ1i} = S_{HBI} \cdot S_{DK}$ .

7. У суматорі (блок 8) накопичуються:

a. оцінка  $S_{OЦ1} = \sum S_{OЦ1i}$  за сигналом  $S_{OЦ1i}$ ;

b. оцінка  $S_{OЦ2} = \sum S_{HBI}$  для середнього та сильного зв'язку між послідовностями сигналів фактично витраченого і нормованого часу за сигналом  $S_{HBI}$ ;

с. сигнал  $t_{\Phi} = \sum S_{\Phi Bi}$ , прямо пропорційний загальному фактично витраченому на усі відповіді часу і сигнал  $t_n = 1/\sum S_{NBi}$ , зворотно пропорційний загальному нормованому на всі відповіді часу.

8. У другому блоці множення (блок 9) з урахуванням  $S_{OЦ4}$  остаточно формується сигнал оцінки  $S_{OЦ3} = t_n \cdot t_{\Phi} - S_{OЦ2}$  для помірного зв'язку між послідовностями сигналів фактично витраченого і нормованого часу.

9. Перед формуванням сигналу оцінки рівня знань учня у блоці порівняння (блок 10) виконується зіставлення фактичної величини сигналу коефіцієнта кореляції  $K_i(X_i, Y_i)$  з величиною сигналу нормованих діапазонів  $K_e$  (блок 1).

10. Відповідно із сигналом результату порівняння комутатор (блок 11) подає на вхід блока округлення (блок 12) сигнали однієї з трьох оцінок  $S_{OЦ1}$ ,  $S_{OЦ2}$ ,  $S_{OЦ3}$  остаточно значення якої після округлення - величина сигналу оцінки рівня знань учня  $S_{OЦi}$ .

У таблицях 1-3 наведені результати гіпотетичного контролю знань учнів згідно з наведеною схемою прикладу реалізації запропонованого способу виміру рівня знань учнів у процесі комп'ютерного тестування. Для можливості проведення порівняльного аналізу з прототипом у наведених прикладах величини сигналів, пропорційних нормі часу, витраченого на відповідь  $S_{NBi}$  та нормі балів за вірну відповідь  $S_{NBi}$ , а також загальний фактичний час, який визначається як сума всіх сигналів, пропорційних фактично витраченому на усі відповіді  $S_{\Phi Bi}$ , навмисно залишили не змінними. Представлена вибірка наглядно демонструє тенденцію зростання суми балів оцінювання при зростанні величини показника залежності значень величин сигналів, пропорційних відповідно нормативному та фактично витраченому часу на кожну відповідь  $K_i(X_i, Y_i)$ , навіть не дивлячись на те, що кількість запитань у наведених в таблицях 1-3 прикладах занадто мала для проведення кваліфікованого кореляційного аналізу.

Таблиця 1

№ п-я	Величина сигналу $S_{NBi}$ [бал], пропорційного нормі балів	Величина сигналу $S_{NBi}$ [сек], пропорційного нормі часу	Величина сигналу $S_{\Phi Bi}$ [сек], пропорційного фактично витраченому часу	Вірна відповідь - 1, невірна - 0	Коефіцієнт кореляції $K_i(X_i, Y_i)$ (ступінь зв'язку)	Величина сигналу $S_{NBi}$ [бал] з урахуванням відповіді	Величина сигналу $S_{OЦi}$ [бал], пропорційного оцінці
1	150	10	4	1	-0,55 (проти- лежний або слабкий) $K_i(X_i, Y_i) < 0,29$	0,4	60
2	40	8	5	0		0,63	0
3	175	10	8	1		0,8	140
4	75	6	10	1		1	75
5	60	4	8	1		1	60
Разом	500	38	35				335

Таблиця 2

№ п-я	Величина сигналу $S_{NBi}$ [бал], пропорційного нормі балів	Величина сигналу $S_{NBi}$ [сек], пропорційного нормі часу	Величина сигналу $S_{\Phi Bi}$ [сек], пропорційного фактично витраченому часу	Вірна відповідь - 1, невірна - 0	Коефіцієнт кореляції $K_i(X_i, Y_i)$ (ступінь зв'язку)	Величина сигналу $S_{NBi}$ [бал] з урахуванням відповіді	Величина сигналу $S_{OЦ1} = S \cdot t_n \cdot t_{\Phi}$ [бал], пропорційного оцінці
1	150	10	9	1	0,49 (помір- ний) $0,3 < K_i(X_i, Y_i) < 0,4$	150	423,7
2	40	8	5	0		0	
3	175	10	8	1		175	
4	75	6	6	1		75	
5	60	4	7	1		60	
Разом	500	$t_n = 1/\sum S_{NBi} = 1/38$	$t_{\Phi} = \sum S_{\Phi Bi} = 35$			$S = \sum S_{NBi} = 460$	423,7

Таблиця 3

№ п-я	Величина сигналу $S_{НБі}$ [бал], пропорційного нормі балів	Величина сигналу $S_{НБі}$ [сек], пропорційного нормі часу	Величина сигналу $S_{ФВі}$ [сек], пропорційного фактично витраченому часу	Вірна відповідь - 1, невірна - 0	Коефіцієнт кореляції $K_i(X_i, Y_i)$ (ступінь зв'язку)	Величина сигналу $S_{ОЦ4} = S$ [бал], пропорційного оцінці
1	150	10	10	1	0,86 (середній та сильний) $0,05 < K_i(X_i, Y_i)$	150
2	40	8	8	0		0
3	175	10	8	1		175
4	75	6	4	1		75
5	60	4	5	1		60
Разом	500	38	35			$S = \sum S_{НБі} = 460$

Таким чином, оцінка учня, отримана згідно з запропонованим способом виміру рівня знань при комп'ютерному тестуванні, дозволяє:

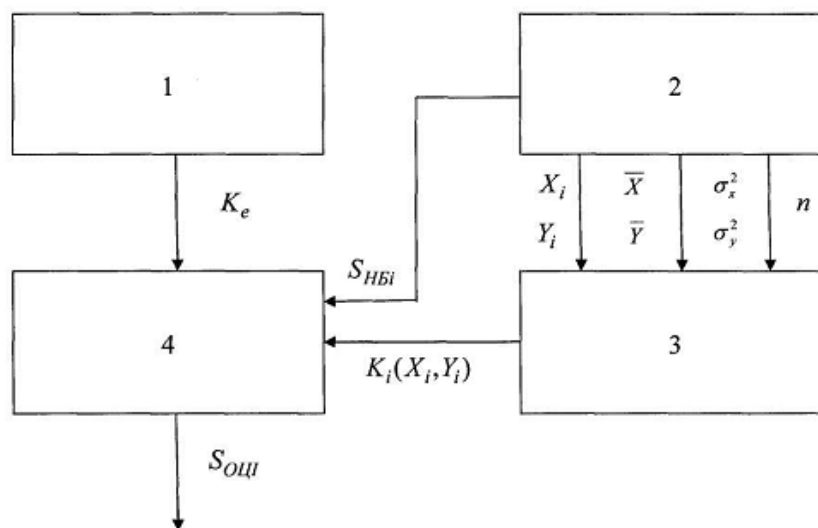
- підвищити рівень демократичності та прозорості процедури проведення тестування та достовірності виміру рівня знань учнів за рахунок подачі матеріалу для тестування шляхом довільного вибирання із заданої кількості запропонованих чергового питання для відповіді, надання можливості повторного вибору питання і виправлення результату відповіді;

- забезпечити об'єктивність та точність оцінки рівня засвоєння матеріалу через формування оцінки у залежності від співвідношень між розра-

хованими за результатами тестування значеннями коефіцієнта кореляції між числовими рядами фактично витраченого на підготовку відповіді часу і норм часу на відповідь та встановленими за результатами обробки та аналізу статистичного матеріалу по підсумках тестування груп учнів значеннями цього коефіцієнта.

Дані про впровадження винаходу:

Винахід реалізований у програмній оболонці "Мережне тестування", яка застосовується на кафедрі економічної кібернетики і математичних методів в економіці Дніпропетровського університету економіки та права.



Фіг. 1

