УДК 004.822:004.823

В.В. Казимир, д-р техн. наук
Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

П.І. Федорук, д-р техн. наук
М.С. Дутчак, аспірант
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м.Івано-Франківськ, Україна

АДАПТИВНА ПЕРЕДАЧА ЗНАНЬ У СИСТЕМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Описано розроблений механізм адаптації процесу передачі знань з використанням оцінок імовірнісних параметрів моделі студента у системі дистанційного навчання. Застосування механізму дозволяє підвищити ефективність навчання з використанням автоматизованих комп'ютерних систем та забезпечує врахування під час дистанційної передачі знань ступені засвоєння, швидкості проходження нового матеріалу та інших індивідуальних особливостей тих, хто навчається.

Вступ

У наш час, за умов стрімкої інформатизації суспільства, для того, щоб залишатися фахівцем певного професійного напрямку, потрібно навчатися практично все життя. Реалізація ідеї "освіти через усе життя" вимагає пошуку нових методів передачі знань і технологій навчання. Використання дистанційних технологій навчання відкриває нові можливості для безперервного навчання, отримання другої освіти, робить навчання більш доступним. Надзвичайно важливим у цьому випадку стає використання адаптивних технологій навчання, які передбачають врахування індивідуальних особливостей тих, хто навчається.

Впровадження адаптивних дистанційних технологій навчання стримується через відсутність якісного нового навчально-методичного забезпечення і його програмної підтримки [1].

Оскільки метою побудови адаптивних систем дистанційного навчання (АСДН) є підвищення якості освіти, то виникає необхідність розробки механізму індивідуального представлення знань, який дозволяв би забезпечити якомога вищий ступінь засвоєння нового матеріалу [2]. Для вирішення цієї задачі в АСДН будується модель студента і модель навчального заняття. Коректна оцінка ймовірнісних параметрів цих моделей у процесі взаємодії студента і системи є визначальним для організації ефективного навчання.

Дослідження імовірнісних параметрів моделі студента

Навчальне заняття – це складна система, яка включає скінченну множину підсистем, що являють собою навчальні блоки (НБ). Кожен НБ характеризується набором параметрів: типом, рівнем складності, етапом навчання, глибиною та методикою викладу матеріалу, відведеним часом тощо. Із набору альтернатив складових заняття формується навчальне заняття.

Такий параметр, як етап навчання, визначається рівнем знань студента, а складність заняття повинна відповідати ступеню сприйняття нових знань.

Для того, щоб визначити ступінь сприйняття студента, індивідуальних даних якого немає у системі, йому пропонується для вивчення новий навчальний матеріал. Цей матеріал відповідає рівню знань, який безпосередньо слідує за рівнем знань даного студента. Тоді ступінь сприйняття *R(0)* обчислюється за формулою:

$$R(0) = \frac{m}{n}, \qquad (1)$$

де m – кількість правильних відповідей (операцій, які виконані правильно), n – кількість всіх питань (операцій).

Ступінь сприйняття студента є одним з основних факторів, що впливає на ступінь засвоєння нової інформації. Виникає необхідність визначення декількох додаткових параметрів моделі студента.

Ступінь засвоєння – це частка правильних відповідей (q) (правильно виконаних операцій) у l завданнях нової теми:

$$S = \frac{q}{l}. \quad (2)$$

Швидкість проходження (τ) – це зважена сума відношень затраченого часу (t) у вдалій спробі до максимально-дозволеного часу (T) та номера цієї спроби (i) до кількості дозволених спроб (f):

$$\tau = (1-\alpha)\frac{t}{T} + \alpha(\frac{i}{f}), \quad (3)$$

де коефіцієнт $\alpha = \frac{f}{f+1}$.

Якість засвоєння нового матеріалу **(** μ **)** – це сума ступеня засвоєння (S) матеріалу заняття та доповнення до одиниці швидкості проходження заняття τ:

$$\mu = \frac{S+(1-\tau)}{2}. \quad (4)$$

Оскільки є чимало факторів, які впливають на правильність виконання операцій, і їх вплив у багатьох випадках передбачити неможливо, то якість засвоєння нової інформації є випадковою величиною. Імовірна якість засвоєння визначається через оцінку імовірного ступеня засвоєння й оцінку імовірної швидкості проходження.

Імовірна вдала спроба i – це спроба, у якій буде досягнуто достатній чи необхідний рівень засвоєння, тобто при досягненні якого заняття буде зараховано.

Для дослідження імовірнісних параметрів використано формулу повної імовірності та формулу Байєса [3].

Використовуючи статистичні дані проходження занять студентами, ступінь сприйняття яких відповідає ступеню сприйняття досліджуваного студента, визначається кількість студентів, які пройшли заняття у кожній з i спроб, і їхній ступінь засвоєння.

Нехай за першою спробою заняття зараховано k_1 студенту , це подія H_1, за другою – k_2, це подія H_2, …, за f спробою – k_f, це подія H_f, заняття не зараховано ні за однією з f спроб k_{f+1} студенту, це подія H_{f+1} [4].

Всі події H_1, H_2,…, H_f, H_{f+1} утворюють повну групу попарно-несумісних подій, тобто в результаті експерименту (в даному випадку експеримент – це проходження заняття студентом) відбудеться одна і тільки одна з подій. Необхідно визначити імовірний ступінь засвоєння, тобто імовірність одержання студентами тієї чи іншої оцінки у кожній з дозволених спроб. Цьому студенту може відповідати тільки одна з подій H_1, H_2,…, H_f, H_{f+1}, тобто йому заняття може бути зараховано тільки за однією з дозволених спроб чи не зараховано взагалі. У випадку, коли студент хоче покращити зараховану оцінку, одержану у i-тій спробі, то i-та спроба вважається невдалою, а береться до уваги тільки оцінка i+1-шої спроби або заняття зараховується за спробою, в якій оцінка вища.

Оскільки події H_1, H_2,…, H_f, H_{f+1} є попарно-несумісними, то оцінка імовірності події A, яка може відбутись у результаті появи однієї з подій H_1, H_2,…, H_f, H_{f+1}, обчислюється за формулою повної імовірності:

$$P(A)=\sum_{i=1}^{f+1}P(H_i)P_{H_i}(A), \tag{5}$$

де подія A – це проходження студентом заняття на один із ступенів засвоєння.

$P(H_i)$ – оцінка імовірності того, що студенту зараховано заняття за i-тою спробою чи не зараховано взагалі у випадку $i=f+1$:

$$P(H_i)=\frac{k_i}{\sum_{l=1}^{f+1}k_l} \tag{6}$$

$P_{H_i}(A)$ – оцінка імовірності проходження студентом заняття на деякий ступінь засвоєння A у i-тій спробі:

$$P_{H_i}(A)=\frac{k_i(A)}{k_i}, \tag{7}$$

де $k_i(A)$ – кількість тих, що у i-тій спробі пройшли заняття на деякий ступінь засвоєння A;

k_i – кількість тих, кому заняття зараховано за i-тою спробою $\forall i\in[1;f]$ чи не зараховано взагалі у випадку $i=f+1$.

Оцінка імовірності досягнення певного рівня засвоєння (наприклад, оцінки «відмінно») у кожній з i спроб визначається з допомогою формули Байєса:

$$P_A(\mathrm{H_i})=\frac{P(H_i)P_{H_i}(A)}{\sum_{i=1}^{f+1}P(H_i)P_{H_i}(A)} \tag{8}$$

Порівнявши одержані оцінки імовірності настання події A у кожній з i спроб, можна одержати достатню кількість спроб. Достатньою буде та кількість, для якої одержана оцінка ймовірності настання події A буде більша за деяке наперед задане порогове значення d.

Враховуючи те, що якість засвоєння нової інформації є випадковою величиною, використання формул повної імовірності та Байєса дає змогу визначати імовірний ступінь засвоєння нового матеріалу у кожній з дозволених спроб. Застосування даних формул до занять з різними типами представлення знань дає змогу визначати тип представлення, який найбільш відповідає індивідуальним характеристикам студента.

Реалізація механізму адаптації

Нехай кожне із занять відноситься до одного з трьох рівнів складності і характеризується певним ступенем засвоєння. Заняття як найнижчого, так і найвищого ступеня складності можна пройти на високий рівень засвоєння, але в абсолютному значенні ці величини, звичайно, не будуть еквівалентними.

Визначимо шкалу оцінювання значень ступеня засвоєння як десятибальну. Стану E_1 відповідає інтервал [0…5] – низький рівень, стану E_2 інтервал [5…9] – середній, стану E_3 [9…10] – високий (рис. 1).

Результати:

		Складність 1			Складність 2			Складність 3		
Номер	Прізвище	Спроба 1	Спроба 2	Спроба 3	Спроба 1	Спроба 2	Спроба 3	Спроба 1	Спроба 2	Спроба 3
1	Абрам Оксана	7	8	9	6	8	8	5	6	7
2	Андрук Василь	7	6	7	7	7	8	2	5	5
3	Бойчук Василь	8	9	10	7	9	9	1	5	9
4	Василюк Олег	6	7	7	4	5	6	2	3	4
5	Воркевач Оксана	8	9	9	7	7	6	5	5	5

Рис. 1. Результати проходження занять

Початкові імовірності перебування студента в *i*-му стані засвоєння визначаються з початкового тестування чи обчислюються як відношення кількості занять, пройдених на цей рівень (k_i), до загальної кількості пройдених занять за певний період:

$$p_i(0) = \frac{k_i}{k_1 + k_2 + k_3} \tag{9}$$

Імовірності переходів з одного стану в інший визначаються з відношення кількості студентів, які здійснили перехід з *i*-го стану в *j*-тий за *n*-ною спробою до загального числа студентів, що перебували у *i*-му стані (табл.1.):

$$p_{ij}^n = \frac{s_{ij}^n}{S_i^n} \tag{10}$$

Таблиця 1

Оцінки перехідних імовірностей

Переходи / Спроби	E1→E1	Згідні	E1→E2	Згідні	E1→E3	Згідні	E2→E1	Згідні	E2→E2	Згідні	E2→E3	Згідні	E3→E1	Згідні	E3→E2	Згідні	E3→E3	Згідні
1	0,28	0,03	0,66	0,47	0,06	0,06	0,13	0	0,67	0,52	0,21	0,21	0,05	0	0,45	0,05	0,5	0,5
2	0,33	0	0,6	0,47	0,07	0,07	0,15	0	0,62	0,38	0,23	0,23	0	0	0	0	0	0
3	0,29	0	0,57	0,43	0,14	0,14	0	0	0,6	0,4	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0
4	0,5	0	0,5	0,5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Можливість досягнення *j*-го стану за *n* спроб при відомих початкових імовірностях перебування у кожному із станів засвоєння дорівнює: $p_j(n) = \sum_i p_i(0) p_{ij}^n$ (сума добутків умовних імовірностей), де $p_i(0)$ – початкові імовірності перебування у стані E_i [5]. Для даного випадку $n = 1,2,3,4;$ $i, j = 1, 2, 3.$

Виходячи з цих імовірностей, визначається складність пропонованого студенту заняття і достатня кількість спроб. Якщо з достатньою імовірністю студент пройде заняття третьої складності на потрібний рівень, то йому рекомендується ця складність, інакше перевіряється заняття складності E_2, якщо і ця складність не підходить, то пропонується

заняття складності E_1. Після вибору складності заняття для нього рекомендується відповідна кількість спроб.

Висновки

Розроблено механізм адаптації представлення знань, який відповідно до рівня знань студента визначає, з якого етапу розпочинати вивчення курсу, відповідно до ступеня засвоєння рекомендує складність представленого студенту навчального матеріалу, а відповідно до ступеня сприйняття – рекомендовану кількість спроб.

Створено програмний продукт з використанням мов програмування Perl (модуль CGI) і HTML. Створено базу даних для зберігання результатів проходження занять, використовуючи СУБД PostgreSQL.

Даний програмний модуль використовує результати проходження занять студентами, обробляє їх, і як результат – повертає:

– імовірності перебування студента у кожному з рівнів засвоєння нового матеріалу;

– перехідні імовірності з одного стану засвоєння нового матеріалу в інший залежно від складності заняття і номера спроби;

– можливості досягнення кожного із станів засвоєння за певну кількість спроб;

– рекомендовану складність заняття та оптимальну дозволену кількість спроб для досягнення необхідного рівня засвоєння.

Створений механізм адаптації викладу навчального матеріалу спрямований на підвищення якості навчання і раціональне використання ресурсів систем навчання. Він може бути застосований не тільки в системах дистанційного навчання, але і при здійсненні традиційного процесу навчання для допомоги викладачу в побудові навчальних занять.

Перспективним напрямом подальших досліджень є розширення переліку параметрів заняття і студента.

Список використаних джерел

1. Федорук П. Автоматизація процесу квантування лекційного матеріалу в адаптивних системах дистанційного навчання / Федорук П., Дутчак М. // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: матеріали 2-ї науково-практичної конференції. – Львів, 2010. – С. 14-18.

2. Опис і порівняння західних систем ДН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://edutools.info.

3. Горбань І.І. Теорія ймовірностей і математична статистика для наукових працівників та інженерів / Горбань І.І. – К., 2003. – 244 с.

4. Федорук П.І. Визначення ймовірнісних характеристик моделі студента в адаптивних системах дистанційного навчання / Федорук П.І., Дутчак М.С. // Медична та біологічна інформатика та кібернетика: віхи розвитку: збірник праць. – К.: НМАПО імені П.Л. Шупика, 2011. – С.110.

5. Федорук П.І. Адаптивна система дистанційного навчання та контролю знань на базі інтелектуальних Internet-технологій / Федорук П.І. – Івано-Франківськ: Видавництво "Плай" ЦІТу Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2008. – 326 с.