УДК 681.32.06

Наталія Єрмакова
Національного університет "Львівська політехніка",
кафедра телекомунікацій

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПОМИЛОК ТА ОЦІНОК ДЛЯ НАВЧАЛЬНОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

У статті запропонований алгоритм перевірки знань за допомогою комп'ютерної навчальної системи та перевірки самої системи з метою вироблення критерію достатньої кількості обчислювальних задач, чутливості задач до помилок студентів та еквівалентності оцінок знанням студентів.

In this paper the algorithm of computer teaching and knowledge checking is regarded in view of searching the "Enough" knowledge checking criteria, the sensitivity of computational tasks to student errors and the equivalence of marks and knowledge.

На кафедрі "Телекомунікації" радіотехнічного факультету Національного університету "Львівська політехніка" існує розвинена комп"ютерна навчальна система (КНС) з декількох дисциплін таких, як "Цифрова обробка сигналів", "Електродинаміка інформаційних систем", "Математичні задачі радіотехніки і зв"язку". Знання перевіряються на декількох рівнях, при цьому студент розв"язує певну кількість задач різного типу, зокрема обчислювальних, оцінки за які входять в загальний рейтинг за деяким алгоритмом. Вся успішність записується в мережевий журнал, а статистичні дані показують, скільки і яких задач було розв"язано та які оцінки були отримані.

Відомо, що завжди існує запитання, як розробити такі задачі, котрі найкраще підходять для перевірки знань студентів, а також як правильно оцінювати результати таких перевірок. Визначальну роль тут, звичайно, відіграє досвід викладача, котрий є автором курсу, і тому саме в його компетенції залишається складання задач для КНС. З огляду на особливості роботи КНС існують деякі рекомендації до характеристик обчислювальних задач, а саме: кожна задача не повинна бути надто складною, з тим, щоби протягом одного сеансу (заняття) студент міг би розв'язати декілька різних задач, причому викладач вимагає розуміння теми, зокрема, знання формули або алгоритму обчислення, щоби отримати правильну числову відповідь. Друга частина згаданої проблеми – це визначення необхідної і достатньої кількості контрольних задач для правильного визначення знань з кожного розділу курсу.

Використовуючи розвинені статистичні засоби в нашій КНС, ми можемо шукати вирішення цієї проблеми за допомогою імітації процесу багатократного розв'язування задач і порівняння результатів з реальною статистикою. Очевидно, що дві сторони питання розробки системи контроля (а саме: задачі і оцінки) вимагають розробки двох сторін імітаційної моделі. На першому етапі були розроблені:

1) модель дій студента протягом сеансу контролю (на різних рівнях - від простого тренування під час заняття до іспиту з цілого курсу), яка включає ввід студентом вхідних даних для задачі, набір операцій та ввід числової відповіді;

2) модель реакції КНС на отриману відповідь: обчислення системної правильної відповіді, порівняння її з відповіддю студента і визначення оцінки.

При розробці цих моделей використовували положення теорії похибок, а також суттєві спрощення та погодження в тому, що, наприклад:

- задача має кілька числових вхідних даних і вимагає деяких нетривалих обчислень та числової відповіді (вважається, що студент знає обчислювальну формулу);
- при введенні даних з клавіатури студент робить помилки (деякі символи набирає неправильно) з деякою ймовірністю, і, отже, вхідні дані можуть містити неправильні цифри, що вплине на правильність результату обчислень – це вхідні похибки;
- студент використовує заокруглення чисел або відкидання зайвих розрядів – ці помилки можна зарахувати до похибок методу;
- решта помилок (які можуть виникати під час обчислень) мають випадковий характер і нормальний розподіл.

Всі ці помилки не можуть свідчити про погані знання матеріалу студентом і тому ми не можемо знижувати оцінку, якщо помилка не виходить за границю, визначену чутливістю задачі до помилок. Розроблена модель розв'язання задачі і дає можливість знайти чутливість кожної запропонованої задачі до помилок вводу, методу та випадкових. Імітація, коли "студент" розв"язує одну і ту ж задачу декілька тисяч разів, дає нам необхідні статистичні дані, за допомогою яких можливо оцінити чутливість до помилок кожної обчислювальної задачі. Водночас статистика "живих" випробувань основана тільки на сотнях результатів. Імітація для кожної задачі проводилася з вхідними даними, вибраними випадково з області визначення кожного даного. Значення цих вхідних даних були однаковими як для "студента", так і для системи. "Студент" вносив помилки вказаного характеру, далі обчислювався результат зі зміненими вхідними даними. У той же час система розв'язувала задачу з правильними вхідними даними і отримувала правильну відповідь.

У межах дозволених границь відхилень відповіді не всі відповіді "студента" виявлялися правильними. Оцінка за відповідь може бути в межах [0,1]. Чутливість визначається як середнє відхилення всіх відповідей від правильного значення і надалі використовуватиметься як атрибут задачі. Студент отримуватиме за кожну задачу оцінку "1", якщо його відповідь не виходитиме за дозволені межі чутливості, і "0" в протилежному випадку. Повна оцінка міститиме відношення суми цих оцінок до загальної кількості розв'язуваних задач.

За допомогою описаних моделей ми дослідили 42 задачі з двох розділів дисципліни "Елктродинаміка інформаційних систем", складених викладачем. Експеримент показав, що дві задачі мають дуже велику чутливість до помилок завдяки використанню деяких констант. Якщо використовувати 10 % межі для відхилення від правильної відповіді, виникає велика ймовірність зниження оцінки студента тільки тому, що він випадково помилився при вводі цифр. Рекомендується або модифікувати ці задачі, або розширити дозволені межі відхилення відповіді.

Окрім чутливості, імітаційний експеримент показує значення середньої оцінки та дисперсії для кожної задачі, що дає можливість визначити закон розподілу оцінки. Знаходження функції розподілу необхідне для визначення необхідної і достатньої кількості задач для контролю.

Звичайно, ефективність навчання оцінюється за 100-бальною шкалою, за якою найвища оцінка відповідає знанню повного обсягу курсу. Втім, кожен викладач вкладає дещо відмінний зміст в поняття "повний обсягу курсу", а часто це означає просто набір тем, які студент повинен знати, і такий підхід формулюється тестуванням з вибором варіантів відповідей. При вивченні складних технічних дисциплін від студента, окрім знання простого набору понять і тем, вимагається уміння оперувати цими поняттями, що і вияснюється під час сеансу розв'язування числових задач. Отже, ми можемо поставити у відповідність знанням повного обсягу курсу повну множину всіх можливих (реалізованих) задач з цієї дисципліни, а саме приймаємо, що 100 балів відповідає повному знанню. Така модель є найбільш зручною для дослідження КНС.

Оцінка знання студента наприкінці курсу повинна включати всі його проміжні досягнення. З огляду на те, що проміжні оцінки утворюють підмножини універсальної множини "повне знання", їх властивості доцільно розглядати в термінах операцій теорії множин. Найбільш очевидна властивість – розмивання границь підмножин, яке відбувається завдяки випадковому вибору вхідних даних, випадковому їх збуренню та неточному прогнозу щодо результату обчислень, і особливо завдяки суб"єктивному вибору дозволених меж відхилення від правильної відповіді. Тому з теорії множин вибираються розділи, які описують арифметичні дії з нечіткими множинами та застосовують нечітку логіку. У моделях оцінки знань були запропоновані такіі визначення нечіткої логіки та нечітких множин: ω – об'єкт "знання студента"; F_i – обсяг необхідних знань, що вимагаються; $\mu_F(\omega)$ – степінь належності ω до F $\mu_F \in [0,1]$; $M_i(ml_i,mu_i,\alpha_i,\beta_i)$ – підмножина оцінок одного сеансу контролю із трапецієдальною (з висотою h_i) функцією приналежності, ml_i – нижня границя нижнього інтервалу; mu_i – верхня границя нижнього інтервалу; α_i – нижня границя верхнього інтервалу; β_i – верхня границя верхнього інтервалу;

$M_i \oplus M_{i+1} \oplus \ldots$об'єднання підмножин, яке здійснюється згідно з правил:

$$M_i(ml_i,mu_i,\alpha_i,\beta_i) \oplus M_{i+1}(ml_{i+1},mu_{i+1},\alpha_{i+1},\beta_{i+1}) = M\ (ml,mu,\alpha,\beta),\text{ де}$$

$$ml = ml_i + ml_{i+1} - \alpha_{i\ -}\,\alpha_{i+1},+\ \alpha;\ mui = mu_i + mu_{i+1} + \beta_i + \beta_{i+1} + \beta;$$

$$\alpha = \alpha_i\,/h_i + \alpha_{i+1}/h_{i+1};\ \beta = \beta_i\,/h_i + \beta_{i+1}/h_{i+1};$$

Функція приналежності кожної підмножини визначається з закону розподілу оцінок з задачі [2]. Внаслідок цього отримуємо повну оцінку знань студента, оскільки результуюча множина несе в собі інформацію про всі часткові знання.

1. Oganesyan A.G., Chaban K.O., Yermakova N.A. Remote training problems. Proceedings of International Conference of Modern Problems of Telecommunications, Computer Science and Engineers Training. TSET'2000, February 14–19, 2000, Lviv-Slavsko, Ukraine. P. 244 – 245.
2. Дюбуа Д., Прад А.. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике. М.: Радио и связь, 1990. – 288с.