УДК 378.147:517.5

П.С. Носов, інженер, Херсон. політехн. коледж Одес. нац. політехн. ун-ту,
В.М. Тонконогий, д-р техн. наук, проф., Одес. нац. політехн. ун-т,
О.Є. Яковенко, інженер, Херсон. політехн. коледж Одес. нац. політехн. ун-ту

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ВПЛИВУ НА МОДЕЛЬ ЗНАНЬ СТУДЕНТА

П.С. Носов, В.М. Тонконогий, А.Е. Яковенко. **Применение адаптивных функций для влияния на модель знаний студента.** Предложена схема использования функций адаптивности подсистемой контроля для формирования модели знаний студента. Рассмотрены алгоритмы работы автоматизированной обучающей системы при решении проблемных ситуаций студентом.

P.S. Nosov, V.M. Tonkonogy, A.E. Yakovenko. **Application of adaptive function to influence the model of a student's knowledge.** The scheme of using adaptability functions by the checking subsystem, to form the model of a student's knowledge, is proposed. The operation algorithms of an automated training system with a student solving some problematic situation are considered.

У процесі підвищення ефективності навчання із застосуванням автоматизованих навчальних систем (АНС) виникає проблема створення розвиваючих занять. Необхідно підібрати такий рівень складності завдань, щоб вирішення проблемної ситуації викликало інтерес у студента, прагнення розв'язати завдання та дозволило системі об'єктивно формувати модель знань студента.

В ході формування бази знань АНС послідовність завдань, яка пропонується студентові, повинна спиратися на вже набутий досвід, що вказує на необхідність не тільки здійснювати поточне управління АНС, а й використовувати функції адаптивності на основі поточної форми контролю на етапах виконання завдання. Такий підхід дозволить синхронізувати процеси засвоєння теоретичного матеріалу і формування відповідних вмінь та навичок з відображенням поточного стану знань та вмінь студента. Для підтримки синхронізації цих процесів АНС висуває вимоги до упорядкованості навчального матеріалу, його планування та раціонального розподілу [1]. Рівень засвоєння навчального матеріалу студентами, у свою чергу, фіксується АНС під час контролю з використанням завдань різного рівня складності.

Метою завдання є розгляд гіпотез, спростування або підтвердження протиріч, які виникають, пошук аналогів відомих

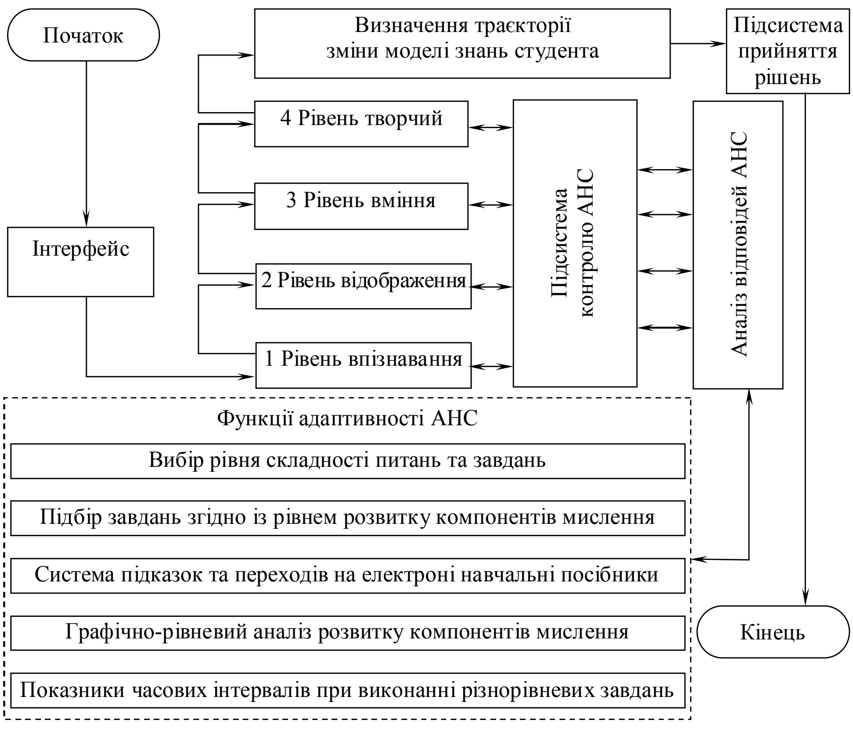

Рис. 1. Використання функцій адаптивності підсистемою контролю та аналізу відповідей АНС

методик для розв’язання проблемних ситуацій, підтвердження отриманих закономірностей експериментально з використанням уже відомих моделей.

Інтерфейс АНС дозволяє студентові самостійно обирати методи і засоби для розв’язання нестандартних ситуацій, робота з якими передбачає творчий підхід.

АНС аналізує вхідний потік інформації від дій студента та з урахуванням функцій адаптивності, підсистема контролю формує зворотну реакцію у вигляді нових завдань (рис.1).

Використання блоку практичних завдань у АНС дозволяє підвищити стимул студентів під час розв’язання ними проблемних ситуацій.

Залежно від типу завдання проблемні ситуації можуть розглядатися з позицій їх розв’язання [2]. У першій ситуації для отримання результату дослідження R студенту не вистачає необхідних даних X_n про об’єкт дослідження серед вже відомої множини даних X (рис. 2).

За допомогою інтерфейсу студент обирає потрібні дані з бази даних, в результаті чого знання про об’єкт дослідження набувають вичерпності, що дає змогу досягти потрібного результату.

$$R = \sum_{i=1}^{n} X_n \ , \tag{1}$$

У другій ситуації отримання результату дослідження R досягається при виборі правильної методики розв’язання $Z_1 \ldots Z_n$ з бази даних шляхом порівняння проміжних результатів (рис. 3).

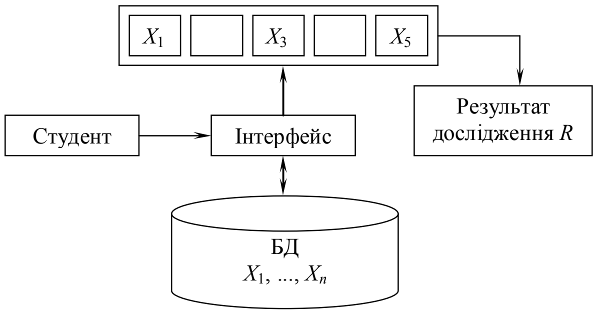

Рис. 2. Алгоритм вибору та застосування даних про об’єкт дослідження

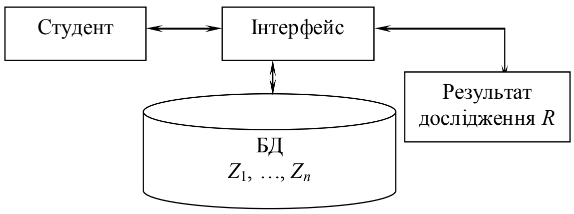

Рис. 3. Алгоритм вибору методики Z_n для одержання результату R

У третій ситуації необхідно вибрати у правильній послідовності алгоритми розв’язання Y_n підзадач R_n, які є складовими глобальної задачі R (рис. 4).

Процес пошуку результатів можна представити як

$$R = \sum_{i=1}^{n} R_n \ , \tag{2}$$

У цьому випадку формування проміжних результатів $R_1, \ \ldots, \ R_n$ передбачає випадковий розвиток траєкторії дій студента в процесі вибору алгоритмів $Y_1, \ \ldots, \ Y_n$. Глобальна задача розбивається на підзадачі, де її розв’язання передбачає виконання всього ланцюга підзадач. Множина траєкторій рішення задачі невизначена, тому що хід та послідовність отримання проміжних результатів R_n не завжди розвивається диз’юнктивно та односпрямовано [3]. Одержання кінцевого результату R залежить від траєкторії, а не від часу, який затрачено на його отримання. При невірному застосуванню алгоритмів $Y_1, \ldots, Y_n$, помилкові дії студента спрямовують хід рішення у глухий кут, кінцеві ланки таких траєкторій не мають логічного розв’язання, продовження, тобто утворюють систему безповоротних, поглинаючих станів.

У випадках, коли система включає кілька поглинаючих станів, виникають такі питання: у який з поглинаючих станів дії студента приведуть раніше; у яких з них процес буде зупинятися частіше, а в яких — рідше? Виявляється, відповідь на ці питання можна одержати, якщо використати фундаментальну матрицю ланцюга Маркова.

Позначимо через b_{ij} імовірність того, що процес завершиться в деякому поглинаючому стані S_j за умови, що початковим був стан S_i. Множина станів b_{ij} утворить матрицю, рядки якої відповідають безповоротним станам, а стовпці — усім поглинаючим станам. У теорії дискретних Марковських процесів [4] доводиться, що матриця **B** визначається у такий спосіб:

$$\mathbf{B} = \mathbf{MR}, \tag{3}$$

де **M** — фундаментальна матриця;

R — блок фундаментальної матриці.

У випадку системи з чотирма станами $S_1...S_4$, два з яких — S_1 і S_2 — поглинаючі, в яких траєкторія навчання закінчується, а S_3 і S_4 — безповоротні (рис. 5).

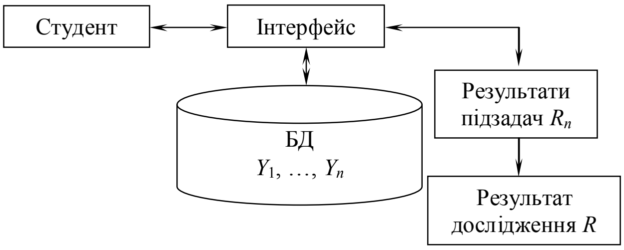

Рис. 4. Алгоритм вибору методики Y_n для одержання результату R

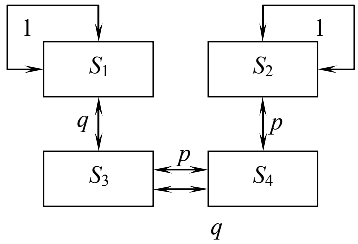

Рис. 5. Система з чотирма станами $S_1...S_4$

На рисунку 5 p — напрямок траєкторії за годинниковою стрілкою; q — напрямок траєкторії проти годинникової стрілки.

Для наочності і простоти обчислень позначимо перехідні умовні імовірності у такий спосіб: $P_{11} = P_{22} = 1;\ P_{31} = P_{43} = q;\ P_{34} = P_{42} = P.$

Інші значення імовірностей будуть нульовими. Канонічна форма матриці переходу в цьому випадку матиме такий вигляд:

$$\mathbf{P} = \left(\begin{array}{cc|cc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline q & 0 & 0 & p \\ 0 & p & q & 0 \end{array}\right) = \begin{vmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{O} \\ \mathbf{R} & \mathbf{Q} \end{vmatrix}, \tag{4}$$

де $\mathbf{I} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ — одинична матриця;

$\mathbf{O} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}$ — нульова матриця;

$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} q & 0 \\ 0 & p \end{pmatrix}$ — матриця, яка описує переходи в системі з незворотної множини станів у поглинаючу множину;

$\mathbf{Q} = \begin{pmatrix} 0 & p \\ q & 0 \end{pmatrix}$ — матриця, яка описує внутрішні переходи в системі у незворотну множину станів.

Враховуючи те, що фундаментальна матриця **M** приймає вигляд

$$\mathbf{M} = (\mathbf{I} - \mathbf{Q})^{-1} = \begin{vmatrix} 1 & -p \\ -q & 1 \end{vmatrix}^{-1} = \begin{vmatrix} \dfrac{1}{1-pq} & \dfrac{p}{1-pq} \\ \dfrac{q}{1-pq} & \dfrac{1}{1-pq} \end{vmatrix},$$

тоді, відповідно до формули (3), матриця імовірностей поглинання обчислюється як:

$$\mathbf{B} = \mathbf{MR} = \begin{vmatrix} \dfrac{1}{1-pq} & \dfrac{p}{1-pq} \\ \dfrac{q}{1-pq} & \dfrac{1}{1-pq} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} q & 0 \\ 0 & p \end{vmatrix} = \begin{array}{c} S_3 \\ S_4 \end{array} \begin{vmatrix} \dfrac{q}{1-pq} & \dfrac{p^2}{1-pq} \\ \dfrac{q^2}{1-pq} & \dfrac{p}{1-pq} \end{vmatrix}.$$

Пояснимо зміст імовірності отриманої матриці на конкретному прикладі. Нехай p=0,8, q=0,2. Після підстановки отриманих значень у матрицю **B** одержуємо

$$\mathbf{B} = \begin{vmatrix} & S_1 & S_2 \\ S_3 & 0,24 & 0,76 \\ S_4 & 0,48 & 0,95 \end{vmatrix}.$$

Таким чином, якщо процес почався в S_3, то імовірність переходу його в S_1 дорівнює 0,24, а в S_2 — 0,76.

Незважаючи на те, що лівий поглинаючий стан S_1 знаходиться поруч з S_3, імовірність переходу в нього у 3,16 разів менше, ніж у S_2. Цей цікавий факт помічено у теорії дискретних Марковських процесів і визначається тим, що $p > q$, тобто процес має "правий ухил". Розглянута модель в теорії дискретних Марковських процесів має назву — модель випадкового блукання. Так при проходженні кожного етапу контролю в ході навчання студент виконує дії, результати яких фіксуються в АНС, що формує модель знань студента [5]. Така модель складається з різного набору п'яти основних компонентів мислення та їх значення [3].

Варто також враховувати, що неоднорідність розвитку компонентів мислення не дає можливості переходити в процесі навчання на якісно нові рівні [6]. Незважаючи на вибірну участь компонентів мислення в розв'язанні завдання, необхідно підбирати такі завдання, розв'язання яких постійно врівноважують значення всіх компонентів мислення.

Після кожного виду контролю отримані поточні характеристики дають змогу формувати динамічну модель знань студента. За параметрами цієї моделі блок керування підключає функції адаптивності АНС, метою яких є підвищення рівня слабо розвинених компонентів мислення.

Таким чином, функції адаптивності дають змогу впливати на стан динамічної моделі знань студента в проміжній фазі і як наслідок — змінювати траєкторію навчання. Участь адаптивних функцій АНС при утворенні траєкторії навчання студентів дозволить реалізувати принципи індивідуалізації, відкритості і гнучкості в навчанні.

Література

1. Атанов Г.А. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы / Атанов Г.А., Пустынникова И.Н. — Донецк: Изд-во ДОУ, 2002. — 504 с.
2. Джексон П. Введение в экспертные системы.: Пер. с англ. — М.: Издат. дом "Вильямс", 2001. — 624 с.
3. Носов П.С. Використання компонентів мислення експертними системами як фактору адаптивного впливу в автоматизованих навчальних системах / Носов П.С., Яковенко О.Є., Тонконогий В.М. // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одесса, 2005. — Спецвып. — С. 101 — 106.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. — М.: Наука, 1978.— 508с.
5. Яковенко О.Є. Наукові основи контролю знань при реалізації кредитно-модульної системи навчання / Яковенко О.Є., Гогунський В.Д., Тонконогий В.М. // Високі технології в машинобудуванні. Зб. наук.пр. НТУ "ХПІ". — Харків, 2005. — Вип. 2(11). — С. 447 — 450.
6. Методы представления знаний в информационных технологиях: Сб. науч. тр. — К.: ИК АН Украины, 1991. — 114 с.

Надійшла до редакції 7 лютого 2006 р.