

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЭКСПЕРТНО-ОБУЧАЮЩЕЙ
СИСТЕМЕ ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА С
ВЕРОЯТНОСТНО-ИНТЕРВАЛЬНЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ
ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК**

Ульяновское высшее лётное училище

Разработка, внедрение и использование экспертно-обучающих систем (ЭОС) представляет собой сложный процесс, связанный с решением многих задач как технологического, так и методического характера. С методической точки зрения важным является выбор парадигмы обучения, в рамках которой в ЭОС организуется управление учебной деятельностью и сопровождение (инструктивное, демонстрационное, контролирующее) пользователя при решении моделируемых задач.

При разработке ЭОС оперативно-диспетчерского персонала (в системе управления воздушным движением, в системе управления технологическими процессами добычи и переработки газа, в системах управления нефтепроводами, энергоблоками и т.д.) в качестве приоритетной задачи внедрения технологии экспертных систем целесообразно принять задачу повышения надежности персонала при управлении в нештатных ситуациях (уникальных или малознакомых для диспетчера), связанную с развитием поисковых способностей, формированием опыта анализа проблем и общих приемов принятия решений, инвариантных техническому и информационному оснащению рабочего места диспетчера. При этом разработка ЭОС может базироваться на идеях проблемного обучения [1], реализация которых предполагает организацию активной продуктивной деятельности пользователя, обучаемого в среде компьютерной системы. Иначе говоря, в ЭОС оперативно-диспетчерского персонала основной задачей пользователя - обучаемого является самостоятельное определение рационального способа действий (и его реализации, возможно, в масштабе времени, отличном от реального) в ситуации, которая является упрощенной в той или иной степени моделью реальной ситуации процесса управления. Задачей же системы в этом случае является, во-первых, генерирование такой ситуации, чтобы, она, с одной стороны являлась проблемной, с другой - была разрешима для обучаемого; во-вторых, сопровождение обучаемого в процессе решения поставленной задачи путем анализа эффективности решений и проверки выполнения ограничений на решение задачи, демонстрации, при необходимости, примеров экспертного решения схожей задачи, активизации инструкций во избежание заведомо недопустимых действий.

Эта задача обуславливает использование в ЭОС нескольких компонентов базы знаний: модель знаний о процессе обучения (МПО), модель знаний об обучаемом (МО), являющихся знаниями для управления - дидактическими знаниями, модель знаний эксперта предметной области (модель решения задач), модель оценки решений и активизации воздействий сопровождения.

Далее в работе обсуждается один из вопросов управления учебной деятельностью в ЭОС - принятие решений по выбору учебных заданий (ситуаций) с точки зрения их проблемности для пользователя. Считая, что

проблемность ситуации зависит, с одной стороны, от уровня подготовленности обучаемого (уровня актуального развития), а с другой, - от уровня развития продуктивного мышления обучаемого, для выбора заданий можно предложить следующий подход.

Для индивидуального планирования последовательности учебных заданий МПО представляется в виде ориентированного дерева целей обучения $G(X,V)$, связанных отношением включения [2]. Каждой вершине дерева соответствует определенное задание в базе заданий ЭОС. Стратификация заданий выполняется на основе их агрегирования с включением элементов заданий нижних уровней в задания верхнего уровня, т.е. предполагается, что задание, которому в $G(X,V)$ соответствует вершина дерева, для выполнения требует знаний и умений, приобретенных при выполнении всех заданий нижних уровней. Таким образом, обеспечивается возможность реализации адаптивного алгоритма обучения "от простого к сложному".

Дуги в МПО взвешиваются так, что вес дуги (X_i, X_j) интерпретируется как условная вероятность $P(X_i/X_j)$ выполнения задания X_j после выполнения задания X_i . Необходимо отметить, что здесь используется принятая в экспертных системах трактовка вероятности как субъективного коэффициента уверенности, свидетельства в пользу некоторого события, значение которого устанавливается экспертным путем [3]. Если оценка эффективности выполнения задания X_j представлена в вероятностной форме $P(X_j)$ и известна для всех вершин, из которых имеется дуга в вершину X_i , то на каждом шаге может быть вычислено значение $P(X_i)$ априорной вероятности успешного выполнения задания. Значения $P(X_i)$ ($i = 1, |X|$) фиксируются в МО для выбора текущего задания и отражают уровень текущей подготовленности обучаемого. Для первоначального заполнения МО, при определении значений $P(Xt)$ терминальных вершин Xt , может быть использован инструментарий тестов [4]. При этом терминальные вершины связываются с наборами тестовых вопросов по тематике заданий для оценки входного уровня теоретической подготовленности.

Оценка $P(X_i)$ отражает достаточность знаний обучаемого для выполнения следующего задания, однако не учитывает способность к продуктивной деятельности обучаемого в процессе выполнения задания. Влияние уровня развития продуктивного мышления учитывается при определении вероятности невыполнения задания:

$$P(\text{не:}X_i) = (1 - P(X_i)) W,$$

где W - вероятностный параметр, который вводится для корректировки оценки априорной вероятности невыполнения задания, задается первоначально экспертом (преподавателем), уточняется по результатам анализа действий обучаемого и является одной из его характеристик в МО.

Результирующее значение вероятности выполнения задания $Pr(X_i)$ представляется интервалом $[P(X_i), 1 - P(\text{не:}X_i)]$. Текущее задание выбирается из условия соответствия интервалов $Pr(X_i)$ и $[r_1, r_2]$, где r_1, r_2 - установленные пороги ограничения зоны активного обучения. В [4] приведены следующие значения r_1, r_2 в зависимости от цели предъявления задания: $r_1 = 0.5, r_2 = 0.7$ - для адаптивного контроля; $r_1 = 0.3, r_2 = 0.5$ - для актуального обучения; $r_1 = 0.2, r_2 = 0.3$ - для ближайшего развития. При соответствии $Pr(X_i)$ и $[0, r_1]$ принимается решение о необходимости дополнительного информационного воздействия; при соответствии $Pr(X_i)$ и $[r_2, 1]$ рассматривается вопрос о предъявлении задания следующего уровня в дереве МПО.

В силу того, что итоговая оценка вероятности выполнения задания представлена интервалом, задача выбора не является тривиальной, особенно, при значительной ширине интервала $[P(X_i), 1-P(\text{не}:X_i)]$, свидетельствующей о степени неопределенности экспертных оценок [3]. Как видно из рис. 1 интервал, соответствующий $[P(X_i), 1-P(\text{не}:X_i)]$, можно выбрать экспертным путем на основе анализа визуального представления информации. Однако для автоматизации выбора требуется алгоритм, основанный на формальном представлении интервалов и критериев их соответствия. Для решения задачи выбора предлагается способ, основанный на математических моделях теории нечетких множеств [5].

Опишем геометрический интервал (отрезок) P некоторым множеством точек $P = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$, где y_1 и y_m соответственно левая и правая границы интервала. Будем рассматривать некоторое нечеткое множество \bar{P} на базовой шкале P :

$$\bar{P} = \{ \langle \mu(y_i)/y_i \rangle | i = \overline{1, m} \},$$

где $y_i \in P$, $\mu(y_i)$ - степень принадлежности элемента множества P нечеткому множеству \bar{P} .

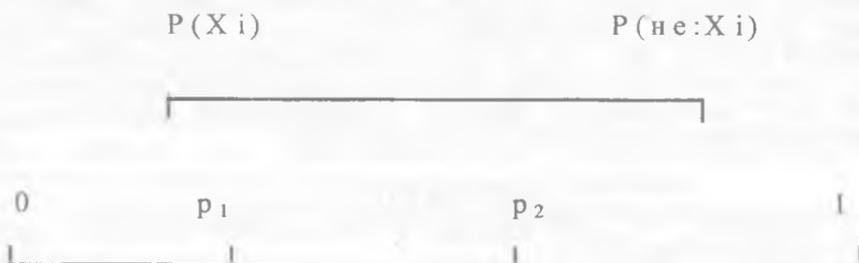


Рис. 1. Иллюстрация задачи выбора интервалов

Если геометрическое представление вероятностного интервала описывать множеством P упорядоченных слева направо точек этого интервала, то каждому из интервалов $P(X_i)$, $[0, p_1]$, $[p_1, p_2]$ и $[p_2, 1]$ можно поставить в соответствие нечеткое подмножество на шкале P : $P(X_i) \rightarrow \bar{P}(X_i)$, $[0, p_1] \rightarrow \bar{P}_1$, $[p_1, p_2] \rightarrow \bar{P}_2$, $[p_2, 1] \rightarrow \bar{P}_3$. Поскольку на геометрическом представлении каждой точке y_i соответствует некоторое значение вероятности, степень принадлежности $\mu(y_i)$ принимается равной этому значению (можно отметить схожесть по смыслу функции принадлежности и вероятности в рассматриваемых задачах - и та, и другая, задаются экспертом и выступают в качестве субъективного свидетельства в пользу некоторого факта, правила, события).

При решении задачи выбора соответствие интервалов устанавливается путем сравнения введенных нечетких множеств. Основываясь на формулах вычисления степени нечеткого равенства множеств, решение о нечетком

соответствии интервала $Pr(X_i)$ интервалу P^* принимается, если выполняется следующее условие:

$$\mu(\tilde{P} r(X_i), \tilde{P}^*) = \max (\mu(\tilde{P} r(X_i), \tilde{P} s))$$

и

$$|v(\tilde{P} r(X_i), \tilde{P}^*) - v(\tilde{P}^*, \tilde{P} r(X_i))| = \min |v(\tilde{P} r(X_i), \tilde{P} s) - v(\tilde{P} s, \tilde{P} r(X_i))|,$$

где μ , v - степени нечеткого равенства и включения множеств соответственно;

$$s = 1, 2, 3;$$

$|\cdot|$ - знак взятия модуля.

Второе равенство в последнем выражении учитывает степень неопределенности, с которой вычисляется нечеткое равенство множеств. Значение m - количество точек задается одинаковое для всех интервалов; $m = 4$, разбивающее интервал на три равные части, может быть достаточным и обеспечивает результаты, согласованные с мнением эксперта, осуществляющего выбор с помощью визуального представления интервалов.

Таким образом, разработанный способ выбора заданий при вероятностно-интервальном представлении экспертных оценок позволяет в процессе обучения выбирать текущие задания, исключая задания, «легкие» для данного пользователя, этим обеспечивается необходимый уровень проблемности на всем сеансе обучения. Использование данного способа позволяет оперировать интервальными экспертными оценками всех вероятностей МПО и МО, т.е. учитывать неопределенность экспертных оценок. В этом случае для текущих вычислений вероятностей выполнения заданий могут использоваться формулы комбинирования свидетельств вероятностно-интервального подхода, изложенного в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Махмутов М.И. Проблемное обучение: основные вопросы теории. - М.: Педагогика, 1975.
2. Глухих И.Н., Гузий Н.Н. Декларативная модель знаний для планирования обучения в функциональных тренажерах на основе интеллектуальных систем //Теория и методы исследования авиационных автоматических систем и тренажеров. - Киев: КИИГА, 1993.
3. Бакаев А.А., Гриценко В.И., Козлов Д.Н. Методы организации и обработки баз знаний. - Киев: Наукова Думка, 1993.
4. Олейник Г. М. Учебное пособие по спецкурсу "Тест как инструмент измерения знаний и трудности заданий в современной технологии обучения. - Донецк: изд-во ДонГУ, 1991.
5. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. - М.: Наука, 1990.