

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИСТАНТНОГО ОБУЧЕНИЯ

Вишняков Ю.М., Родзин С.И.

Кафедра математического обеспечения и применения ЭВМ
Таганрогского радиотехнического университета
e-mail: vishn@tsure.ru

Abstract

Vishnyakov Yu.M., Rodzin S.I. Integrated Intelligent System of Distant Tutoring. The article deals with the features of IISDT, its differences from the traditional automatic tutoring systems. It presents the construction principals and architecture of IISDT, models the tutoring process of individual distant type. Special attention is paid to the application of fuzzy logic methods to the recognition of correspondence between real situation in tutoring process and desired (standard) situation. Preliminary results of the experimental testing of the system show that it allows to personalize education and to build the cognitive model of educated person as a set of hypotheses about the knowledge of educated person. Now the development of proposed IISTD is coming to end, its basic elements were tested in Taganrog State University of Radio engineering in bachelor and magistor educational programs in Computer Science. All works on construction of IISDT were developed on the base of educational laboratory "ELDIC", created in 1996 at the Automation and computers department of of Taganrog State University of Radio Engineering (Russia) and Kiel high special school (Germany) supported by "Leonard Euler" program of DAAD.

Введение

Интегрированные интеллектуальные системы дистантного обучения (ИИСДО) – это прикладное направление общей теории искусственного интеллекта, связанное с процессом образования. Это направление охватывает широкий спектр проблем междисциплинарного характера: психологических, лингвистических, гносеологических, а также программную реализацию инструментальных средств обучения.

Большинство этих программ облегчают сложный и трудоемкий процесс обучения и реализуют дистантный диалог учителя с учеником. Отличительными чертами интеллектуальных систем обучения являются следующие знания [1]:

- о дисциплине обучения (что преподавать);
- об обучаемом (кто обучается);
- о стратегии обучения (как учить);
- как применить знания о стратегиях обучения к отдельному обучаемому.

При практической реализации традиционных интеллектуальных обучающих систем возникли серьезные трудности, связанные со структурой знаний, планированием обучения и диагностикой обучаемого. Ключевыми проблемами здесь являются:

- представление знаний [2];
- построение модели обучаемого [3-5];
- разрешение противоречий в интеллектуальной обучающей системе [6];
- объяснение [7].

Для решения указанных проблем требуется разработка нового поколения интеллектуальных обучающих систем, включающих базу знаний об обучаемом, подсистему опроса, редактор базы знаний, подсистему синтеза, учитывающую главные особенности поведения обучаемого.

1. Функциональные особенности ИИСДО

Особенности функционирования ИИСДО определяются индивидуализацией обучения, которая зависит от того, насколько адаптирована система к конкретному обучаемому, т.е. от модели обучаемого. Модель обучаемого в ИИСДО организована в виде иерархии. [8]:

- ◆ предыстория (деятельность обучаемого во время сеанса и встретившиеся реальные ситуации);
- ◆ поведение обучаемого по отношению к системе и интерфейсу;
- ◆ стратегии, которыми пользуется обучаемый для решения задач или для нахождения способа доступа к информации, которую он должен изучить;
- ◆ когнитивные гипотезы о знаниях обучаемого, определяемые в процессе обучения.

Чтобы обеспечить индивидуализацию обучения в ИИСДО знания структурированы на несколько уровней сложности, например, на понятия предметной области, на отношения между понятиями, на общие законы взаимодействия понятий, а также на задачи, решение которых требует оперирования одновременно множеством понятий.

Одной из существенных особенностей организации знаний у человека является их когнитивность. Человек мыслит образами, а не точными понятиями. Важной чертой образа является его нечеткость, размытость [9]. Отметим лишь один аспект размытости, нужный для дальнейшего обсуждения. Для человеческого восприятия и мышления процедуры установления точного тождества трудны и неестественны (вспомним известные по научно-популярным журналам тесты на внимательность, когда в двух почти одинаковых картинках требуется найти несовпадающие детали). Аналогом отождествления для человека служит обнаружение сходства, которое работает, в частности, при обучении. Сходство отбрасывает несущественные детали и служит мощным инструментом обобщения и формирования знаний обучаемого. Если тождество – это отношение эквивалентности, то сходство – это отношение толерантности, которое в отличие от эквивалентности нетранзитивно: если понятие А сходно с В, а В сходно с С, то А не обязательно сходно с С. Если же есть какая-то мера сходства, то с удлинением цепочки нечетких преобразований, основанных на сходстве, она только убывает – сходство размывается. Отсюда следует, что нечеткие преобразования не могут иметь большую глубину, а сходство и нечеткость, по-видимому, имеют общую природу.

К сожалению, многочисленные формальные упражнения с нечеткостью направлены на приписывание нечеткости символьным, т.е. по своей природе четким преобразованиям. Это, на наш взгляд, выхолащивает концептуальное содержание плодотворной идеи Заде.

В ИИСДО предпринята попытка поиска структуры и процесса обучения, адекватно реализующих несимвольные нечеткие преобразования.

Любой нечеткий элемент можно представить кортежем [10]:

$$\langle x, \mu_M(x), \mu_I(x) \rangle,$$

где x – понятие или отношение $\mu_M(x), \mu_I(x)$ – функции принадлежности, выражающие значимость и информативность данного понятия или отношения в рамках знаний о предметной области обучения.

Смысл значимости и информативности поясним на примере информационной структуры обучения «предметная область – знания». Так, знания какой-либо предметной области подразделяются на значимые и информативные. К значимым относятся наиболее важные, существенные понятия, без знания которых невозможно продолжить процесс обучения. В множество информативных понятий входят вспомогательные, дополняющие и углубляющие знания обучаемого о предметной области.

Говоря о геометрической интерпретации модели, заметим, что ее структура наглядно иллюстрируется как нечеткий взвешенный ориентированный мультиграф, вершинами которого являются понятия предметной области, а дуги – отношениями между понятиями. Кроме того, каждое ребро помечено значимым и информативным весом ($\mu_M(x), \mu_I(x)$).

На каждом уровне модели знаний обучаемого хранятся гипотезы о знаниях обучаемого. Если система обнаруживает, что обучаемый не знает некоторое понятие, то она пытается выяснить, что именно привело к этому, используя модели знаний обучаемого. Если этого оказывается недостаточно, то обучаемому задаются дополнительные вопросы. После этого система предлагает обучаемому повторить изучение тех понятий, незнание которых привело к ошибке.

Другой важной особенностью ИИСДО является стартовое тестирование с целью выявления образовательного уровня обучаемого, круга его интересов, уровня специализации, заинтересованности в изучении предметной области. Кроме того ИИСДО во время сеанса с обучаемым определяет его способность к рассуждениям, внимательность, сосредоточенность с целью генерации индивидуального варианта обучения, а также для определения необходимой частоты и способа опроса.

Обучение в ИИСДО можно разделить на следующие этапы:

- ◆ Получение знаний (система предоставляет обучаемому информацию по данной предметной области с учетом его индивидуальных особенностей);
- ◆ Проверка знаний (система группирует вопросы по разделам и уровню сложности и после того как система «поняла», что именно обучаемый не знает, создается индивидуальный курс, направленный на устранение незнаний обучаемого; возможен также учет хода обучения при выставлении оценки);
- ◆ Подкреплении знаний (система предоставляет обучаемому возможность в любой момент перейти к ранее изучаемому материалу, просмотреть его, выполнить упражнение).

2. Метод расплывчатой логики для распознавания реальной и эталонной ситуации

На каждом из перечисленных выше этапов обучения одной из ключевых проблем является необходимость классификации возникшей в ходе обучения ситуации.

Поскольку модели в ИИСДО являются нечеткими, то можно говорить о распознавании нечеткого вложения с заданным порогом нечеткости [11].

Рассмотрим метод отыскания t -вложения (t -изоморфизм) нечетких взвешенных ориентированных графов.

Введем ряд определений.

Определение 1. Расплывчатым подмножеством A в X называется совокупность кортежей $\langle x, \mu_M(x), \mu_I(x) \rangle$ функции принадлежности (значимости и информативности) на отрезке $[0;1]$.

Определение 2. Нечетким графом $G=(X,V)$ называется пара (X,V) , где X - множество вершин, V - нечеткое отображение $X \rightarrow X$. Для каждой вершины $x \in X$ множество $V(x)$ является нечетким подмножеством в X . Степень принадлежности вершины x_i нечеткому множеству $V(x)$ будем обозначать $v(x, x_i)$.

Предположим, что конкретная ситуация возникшая в ходе обучения задана в виде нечеткого графа $H=(Y, W)$, а эталонная ситуация представлена в виде нечеткого графа $G=(X, V)$.

Необходимо найти t -вложение G в H . Здесь величина t показывает степень соответствия реальной ситуации и эталонной ситуации.

Определение 3. Мера соответствия величины q величине r (вложения q в r) устанавливает операция нечеткого следствия (импликации):

$$q \rightarrow r = \begin{cases} \bar{q} \vee r - (\text{ппЗаде}), \\ \min(1, 1 - q + r) - (\text{поЛукасевичу}). \end{cases}$$

Задавая некоторой допустимой мерой соответствия (порогом) $t \in [0, 1]$, можно определить t -вложение нечеткого графа G в нечеткий граф H как соответствие:

$$X \leftrightarrow Y' (Y' \subset Y),$$

для которого выполняется условие

$$(\forall x_i, x_j \in X) (v(x_i, x_j) \rightarrow w(\varphi(x_i), \varphi(x_j))) \geq t).$$

Определение 4. Нечеткие графы G и H называются t -изоморфными, если существует такое вложение G в H , которое является одновременно t -вложением H в G .

Пусть заданы нечеткие ориентированные взвешенные графы $G=(X, V)$ и $H=(Y, W)$. Любое отображение $\varphi: X \rightarrow Y$ является t -вложением G в H с конкретным значением t , которое определяется по формуле:

$$t = \min_{x_i, x_j \in X} [v(x_i, x_j) \rightarrow w(\varphi(x_i), \varphi(x_j))]$$

Очевидно, что практический интерес представляет отыскание t -вложения с возможно большим значением $t = t^*$. Обычно заранее задается некоторое пороговое значение t^* и задача состоит в нахождении t -вложения со значением $t \geq t^*$.

Поиск оптимального t^* -вложения сводится к последовательности задач отыскания t -вложения, где t постепенно приближается к t^* .

Задача отыскания изоморфного t -вложения является NP-полной. Для ее быстрого и эффективного решения предлагается генетический алгоритм (ГА), который превосходит точные и детерминированные методы поиска решения. ГА состоит в том, что для рассмотренной задачи было найдено некоторое представление решения. Далее, ГА использует набор операторов таких, как воспроизведение, кроссинговер и мутация [12]. Была использована следующая схема ГА.

1. Создать популяцию, взяв несколько вариантов решения.
2. Для каждой хромосомы из популяции рассчитать целевую функцию.
3. Воспроизвести популяцию, позволяя каждой хромосоме произвести потомком с некоторой вероятностью.
4. Применить к полученной популяции операторы кроссинговера и мутации с вероятностями p_c и p_m соответственно.
5. Получить значение целевой функции потомков.
6. Вернуться к п. 3.

Никто не утверждает, что ГА одинаково «хороши» для решения всех типов задач обучения. Однако рассмотренная задача является примером его успешного применения, хотя успех был достигнут только после тщательной настройки структуры и параметров ГА.

3. Архитектура ИИСДО

Известно, что функционирование традиционных интеллектуальных обучающих систем опирается на экспертные системы, включающие базу знаний и механизм логического вывода. Между тем многие процедуры и этапы обучения плохо вписываются в структуру экспертной системы. Прежде всего это процедуры, связанные с формированием гипотез, прогнозом развития ситуации и регнозом [13]. Более перспективной выглядит идея интегрированной интеллектуальной обучающей системы, общая структура которой представлена на рис. 1.

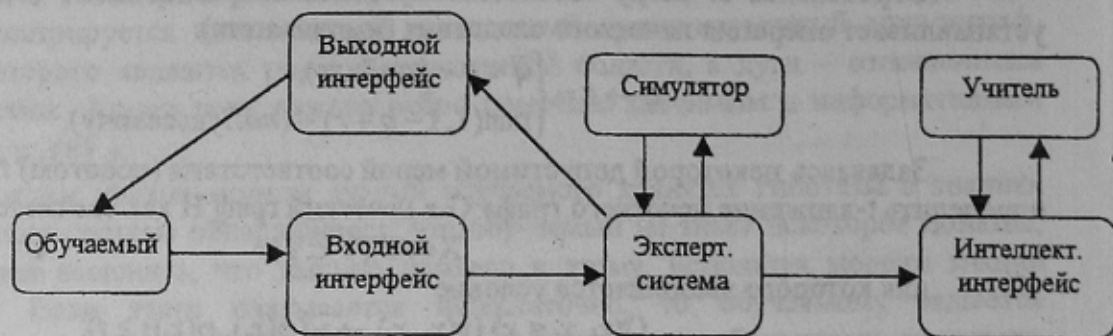


Рис. 1 - Структура интегрированной интеллектуальной обучающей системы

Блок «интеллектуальный интерфейс» служит для связи с ИИСДО с учителем и используется в процессе обучения ИИСДО, передачи ей знаний, для оказания помощи системе в нестандартных случаях. «Симулятор» осуществляет моделирование ситуаций в будущем (прогноз) и моделирование путей развития процессов приведших к текущей ситуации (регноз).

На основе проведенного обзора интеллектуальных обучающих систем и особенностей их функционирования предлагается архитектура ИИСДО, представленная на рис. 2.

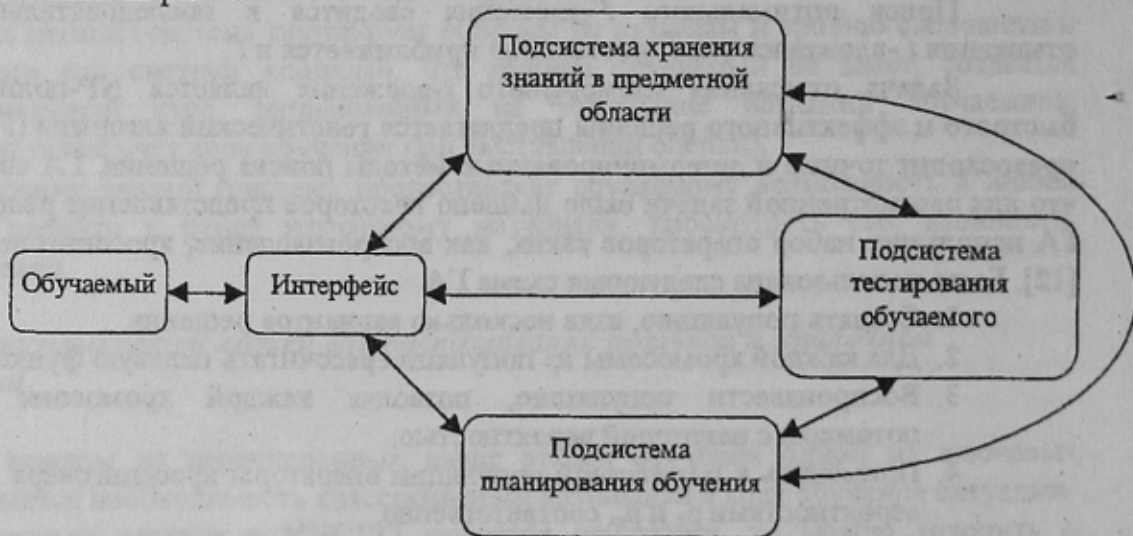


Рис. 2 - Архитектура ИИСДО

4. Текущие проблемы

Еще на первом этапе работ по созданию интеллектуальных обучающих систем поднимался вопрос о теоретической базе, которая могла бы составить основу этого подхода.

Традиционные формальные системы, лежащие в основе математических построений, были неприемлемы для формализации процессов управления обучением. Причина этого - требования замкнутости мира, описываемого системой аксиом и правил вывода. В замкнутом мире все неизбежно и неизменно.

Ясно, что на практике дело обстоит не так примитивно. Для сложных предметных областей наши знания о них и о способах общения являются неполными, неточными и некорректными. База знаний в такой системе должна быть динамической, проблемной, открытой и трансформируемой. Требуются более мощные системы. Таковыми, на наш взгляд, являются семиотические системы [14].

Какие же проблемы стоят сейчас перед разработчиками интеллектуальных обучающих систем нового поколения? Перечислим некоторые из них:

- В структуре интеллектуальных обучающих систем одновременно присутствуют блоки разные с точки зрения требований к программной среде (типы данных, структура данных и языки представления знаний для них существенно различны);
- Стремительное развитие когнитивной графики [15] ставит задачу внедрения в интеллектуальные обучающие системы процедур, позволяющих вести обучение с помощью видеообразов;
- Технология «мягких вычислений», опирающаяся на соединение идей нечеткой логики, генетики и нейронных сетей, по-видимому, окажет заметное влияние на развитие работ в области интеллектуальных обучающих систем.

Заключение

В настоящее время завершаются работы по созданию предлагаемой ИИСДО, основные элементы которой апробированы в Таганрогском государственном университете по образовательным программам бакалавриата и магистратуры по направлению Computer Science.

Все работы по созданию ИИСДО были развиты на базе международной учебной лаборатории «ELDIC» созданной в 1996г. факультетом автоматизации и вычислительной техники Таганрогского радиотехнического университета (Россия) и Высшей технической школой г. Киля (Германия) при поддержке Программы «Леонард Эйлер» DAAD.

Литература

1. Jacobson L. Virtual: a status // AI Expert, 1991. V.6. NO. 8.
2. Major N.P., Reichgelt H. COCA: a Shell for Intelligent Tutoring Systems // Lecture Notes in Computer Science, 1992. v.608.
3. Goldstein I.P. The Genetic Graph: a Representation for the Evolution of Procedural Knowledge // Int. J. Man-Machine Studies, 1979. V.11. NO. 1.
4. Burton R.R., Brown J.S. An Investigation of Computer Coaching for Informal Learning Activities // Int. J. Man-Machine Studies, 1981. NO. 4.
5. Sleeman D.H., Hemdley R.J. ACE: A System which Analyses Complex Explanations // Int. J. Man-Machine Studies, 1981. NO. 4.
6. Kono Y., Ikeda M., Mizoguchi R. To Contradict is Human. Student Modeling of Inconsistency // Lecture Notes in Computer Science, 1992. v.608.
7. Hirashima T., Kashihara A., Toyodo J Providing Problem Explanation for ITS // Lecture Notes in Computer Science, 1992. v.608.
8. Nehemie P.A. Systemic Approach for Student Modeling in a Multi-Agent Aided Learning Environment // Lecture Notes in Computer Science, 1992. v.608.
9. Zadeh L. Fuzzy Sets // Information and Control, 1965. V.8.
10. Башмаков А.И. Рассуждение по аналогии // Новости искусственного интеллекта. 1992. NO. 2.
11. Мелихов А.Н., Карелин В.П. Методы распознавания изоморфизма графов // Учебное пособие, Таганрог: ТРТУ, 1995.
12. Holland J.H. Adaptation in natural and Artificial Systems // University of Michigan, 1975.
13. Вишняков Ю.М., Родзин С.И. Информатизация наукоемких технологий обучения // Известия ТРТУ, Таганрог, 1998. NO. 2(8).
14. Поспелов Д.А. Семиотические модели // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1976. NO. 6.
15. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика // М.: Наука, 1991.