

СХЕМА АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ПРЕЦЕДЕНТАМ

В.А. Щеголькова, д-р техн. наук, профессор;

Н.А. Соколова*, аспирант

*Шосткинский институт Сумского государственного университета,
г. Шостка;*

**Херсонский национальный технический университет, г. Херсон*

В автоматизированных системах обучения возникает проблема получения строгих функциональных зависимостей между входными и выходными параметрами, связанная со слабоформализуемостью объекта управления. У этой работе предлагается использовать «обходной» вариант, что базируется на методе вывода по прецедентам. В частности предлагается схема адаптивного обучения, являющаяся комбинацией классического подхода в управлении и вышеуказанного метода.

Ключевые слова: система управления обучением, прецедент, схема вывода по прецедентам, схема адаптивного обучения.

В автоматизованих системах навчання виникає проблема визначення строгих функціональних залежностей між входними та вихідними параметрами, пов'язана з тим, що об'єкт управління є слабоформалізованим. У цій роботі пропонується використовувати новий варіант, що ґрунтується на методі виведення по прецедентах. Зокрема пропонується схема адаптивного навчання, яка є комбінацією класичного підходу в управлінні і вищезгаданого методу.

Ключові слова: система управління навчанням, прецедент, схема виведення по прецедентах, схема адаптивного навчання.

ВВЕДЕНИЕ

К наиболее важным компонентам автоматизированной системы обучения относится система управления, для которой требуется разработка количественных моделей, адекватно отражающих организацию процесса обучения.

Среди известных механизмов управления, исторически появившихся в автоматизированных системах обучения и получивших развитие в современных разработках, можно перечислить следующие [1-7]:

- программированное обучение;
- управление на основе стереотипов;
- динамическая разработка стратегий обучения;
- управление на базе экспертных систем и байесовского вывода;
- обучение как управление сложным объектом;
- автоматное управление с использованием механизмов нечеткой логики;
- управление на основе взаимодействия интеллектуальных агентов.

Все системы управления подразумевают определение некоторой связи между входными и выходными параметрами. Системы обучения при этом сталкиваются со сложным слабоформализуемым объектом управления, свойства которого малоизвестны или меняются в процессе работы системы. Классические методы определения строгих математических зависимостей трудно реализуемы. Поэтому для решения проблемы исследователи предлагают использовать альтернативные интеллектуальные методы на основе нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов.

В данной работе представлена схема, применяющая к системам обучения еще один общий подход, называемый выводом по прецедентам. Кроме решения проблемы поиска строгих функциональных зависимостей,

его дополнительным эффектом является автоматическая адаптация системы к обучаемому.

КЛАССИЧЕСКАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ, АДАПТИРОВАННАЯ К ОБУЧЕНИЮ

Рассмотрим общую схему управления, адаптированную к автоматизированной системе обучения [8] (рис. 1).

Под объектом управления будем понимать обучаемого. Среда обучения включает настройки системы, которые оказывают влияние на процесс обучения.

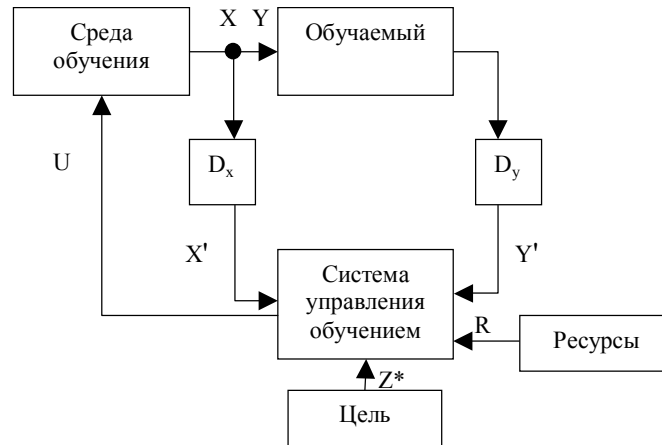


Рисунок 1 - Цикл управления в обучающей системе

На схеме: X - состояние среды (значения отдельных параметров обучающей системы). Система, управляющая обучением, информируется о состоянии среды X с помощью датчика D_x , получая информацию X' .

Обозначим Y - состояние обучаемого до взаимодействия со средой (значения параметров обучаемого). Y' - состояние обучаемого после сеанса обучения, измеряемое датчиком D_y . Y' - это представление системы об обучаемом, т.е. по сути - его модель.

Система управления, получая на входе информацию о среде X' , объекте Y' , цели Z^* и ресурсах R , должна выдать на выходе информацию об управлении U , с помощью которого возможно достичь цели Z^* , т. е. перевести обучаемого в требуемое состояние Y^* .

Общая схема не отображает метод управления обучением. Расширим ее, с учетом того, что система управления принимает решение на основании вывода по прецедентам.

МЕТОД ВЫВОДА ПО ПРЕЦЕДЕНТАМ

Общее описание метода можно найти в работах [9,10]. Он предназначен для принятия решений на основе накопленных знаний о ранее возникавших ситуациях, называемых прецедентами. Суть метода состоит в том, что при рассмотрении новой проблемы отыскиваются похожие прецеденты и выбранный адаптируется к текущему случаю.

Идея возникла на основе наблюдения за способом размышлений экспертов, которые чаще всего действуют не дедуктивным методом, а анализируют ситуацию, вспоминая, какие решения принимались ранее в похожих случаях. Подобная ситуация происходит и в процессе обучения. Поэтому предпочтение всегда отдается более опытным учителям.

В основе метода лежит понятие «прецедент», под которым подразумевают «описание проблемы или ситуации в совокупности с подробным указанием действий, предпринимаемых в данной ситуации или для решения данной проблемы»[10].

Цикл управления, основанный на прецедентах, состоит из следующих этапов [10] (рис. 2):

- Формальная постановка проблемы.
- Извлечение подходящих для текущего случая прецедентов из базы.
- Адаптация выбранного решения для текущего случая.
- Применение решения.
- Оценка применения.
- Сохранение. Добавление текущего случая в базу прецедентов.

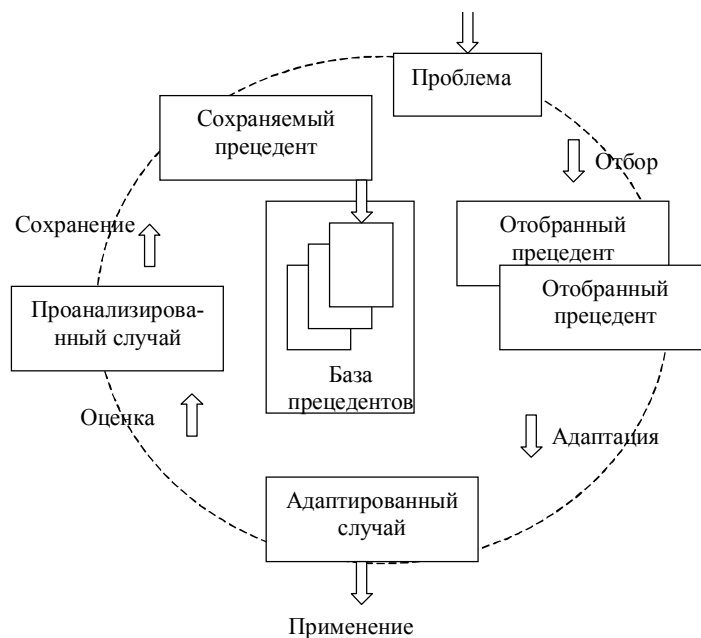


Рисунок 2 - Цикл вывода на основе прецедентов

СХЕМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО ПРЕЦЕДЕНТАМ

Дополним классическую схему управления циклом принятия решения на основе прецедентов (рис.3).

На схеме: P – прецедент, отобранный из базы прецедентов; P' – адаптированный прецедент; P'' – проанализированный прецедент, дополненный результатом.

ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СХЕМЫ

1. ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ СТРУКТУР

Пусть предметная область представлена в виде концептуального графа $G = (V, E)$, где V - множество концептов $\{K_i\}$, E - множество связей.

Модель обучаемого разделим на две составляющие: знания, касающиеся изучения предметной области, и предметно-независимые знания.

Предметной моделью обучаемого $MZ = (G, Zn, S_{er})$ (моделью знаний) назовем концептуальный граф G с определенной на нем функцией $Zn : Zn(K) \rightarrow [0,1]$ и списком ошибок S_{er} . Функция Zn показывает состояние изученности предметной области. Список ошибок представим в

виде множества $S_{er} = \{er_q\}$, где er_q - тип ошибки. Ошибки могут быть связаны с пробелами в знаниях в пределах данной предметной области, возможным забыванием, с пробелами в предварительных знаниях, с завышенным уровнем изложения по отношению к способностям обучаемого, с недостаточным количеством заданий для приобретения навыков и т.д.

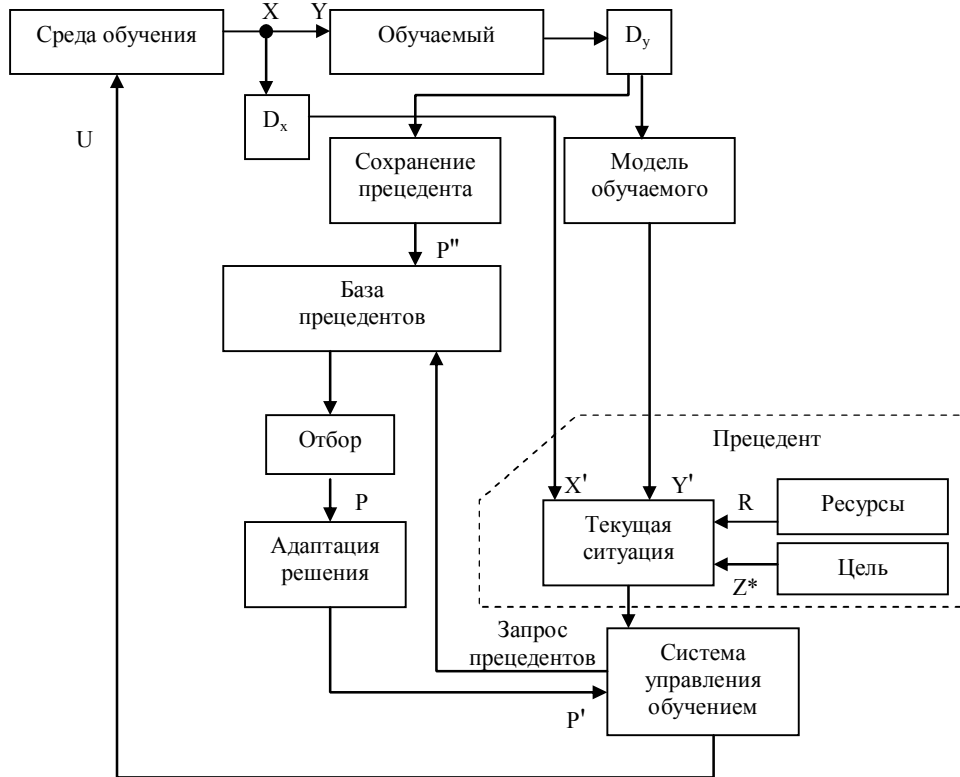


Рисунок 3 - Схема адаптивного управления по прецедентам

Фрагментом знаний обучаемого назовем часть модели знаний $F_{Z_n} \subset MZ$.

Предметно-независимые знания определим в виде множества параметров $Z = \{z_j\}$. К ним можно отнести: начальный уровень знаний, интеллектуальные способности, подготовленность для работы в системе, уровень прикладных знаний и т.д.

2. ОПИСАНИЕ ПРЕЦЕДЕНТА

В работах [9,10] предлагается следующая **структура прецедента** для адаптивного управления:

- Состояние ОУ до воздействия.
- Описание управляющего воздействия.
- Состояние ОУ после воздействия.
- Исход и его оценка.

Состояние объекта управления в прецеденте на абстрактном уровне представим в виде $Y(t) = (S, F_{Z_n}(t-1))$, где:

S - стереотип обучаемого, построенный на множестве признаков Z ;

F_{Z_n} - последний изученный фрагмент знаний предметной области;
 $t, t-1$ - текущий и предыдущий моменты времени.

Обозначим $Y(t), Y(t+1)$ - состояния объекта управления до и после воздействия соответственно.

На конкретном уровне состояние обучаемого будем описывать вектором $Y(t) = (Z_j, K_i, er_q)$.

Состояние среды представим в виде $X = \{P_k\}$, где P_k - значения параметров системы, которые позволяют адаптировать управляющие воздействия. Они отвечают за установку уровня помощи, полноту и способ изложения материала, отображение на экране и т.д.

Управляющее воздействие определим как $U(t) = (P_k(t))$, где $P_k(t)$ - назначаемые параметры.

Для оценки результатов обучения составим множество классов состояний обучаемого в соответствии с критериями оценивания по дисциплине: $Q_l = \{(x_p, y_k)\}$. Каждый класс будет характеризоваться определенным диапазоном значений параметров обучаемого:

$$Q : \begin{cases} a_p \leq x_p \leq b_p \\ y_k = c_k \end{cases}, \quad \text{где } x_p, y_k \in \{Z_j, K_i, er_q\} \quad \text{являются простыми}$$

параметрами модели обучаемого, или интегрированными оценками, выведенными на этих параметрах.

Отсортируем классы состояний в возрастающем порядке качества обучения. **Исходом** будем называть функцию $I(t) = IP(Q_l, Q_{pr})$, где:

Q_l - класс, к которому относится состояние обучаемого после сеанса обучения;

Q_{pr} - класс, который можно было достичь по прогнозам обучающей системы (учитываются модель обучаемого, ресурсы системы и цель на текущем этапе);

$IP(Q_l, Q_{pr})$ - функция оценки качества обучения.

Таким образом, **прецедент** представляет собой следующий набор данных:

$$PR(t) = (Y(t), U(t), Y(t+1), I(t)).$$

3. УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ

Особенностью данного подхода является то, что решение принимается не по параметрам обучаемого, точное значение которых не всегда известно, а по состояниям. Процесс обучения можно рассматривать как последовательное отображение объекта управления из класса в класс.

На каждом этапе стоит задача нахождения управления $U^*(t) = (P_k(t))$ для объекта, находящегося в состоянии $Y(t) = (Z_j, K_i, er_q) \in Q_s$, с целью перевода его в новое состояние $Y^*(t+1) = (Z_j^*, K_i^*, er_q^*) \in Q_{pr}$, дающее наилучший исход $I^*(t) = IP(Q_l, Q_{pr})$, где Q_l - реальное состояние обучаемого после применения управления.

Целью управления является достижение оптимального поведения обучаемого, выражающегося в виде последовательности определенных классов состояний. Задача управления состоит в том, чтобы найти алгоритм (адаптивный регулятор), который обеспечит достижение цели за конечное число управляющих воздействий.

ВЫВОДЫ

В данной работе на основе анализа классической схемы управления и метода вывода по прецедентам предложена комбинированная схема адаптивного обучения.

Благодаря обратной связи, возникающей при сохранении новых решений, вывод по прецедентам можно назвать "самообучающейся" технологией. Качество базы прецедентов в процессе накопления опыта будет повышаться. Кроме того, метод обеспечивает адаптацию системы на двух уровнях: 1) во время «перестройки» отобранных прецедентов для текущего случая; 2) в процессе обновления базы и отбора все более подходящих прецедентов из имеющихся.

Проблемными местами являются: необходимость в создании первоначальной базы; большой объем хранимой информации; недостаточная проработка методов адаптации.

Дальнейшие исследования предполагают разработку математических моделей основных этапов управления по прецедентам с целью внедрения их в реальной системе обучения.

SUMMARY

CHART OF THE ADAPTIVE TEACHING ON PRECEDENTS

*V.A. Schegolkova, N.A. Sokolova**

Sumy State University, Shostka Institute

**Kherson Technical National University*

In the automated departmental teaching there is a problem of receipt of strict functional dependences between entry and output parameters due to poor formalization of the object of management. In this work it is suggested to utilize a «roundabout» variant, based on the method of conclusion on precedents. The chart of the adaptive teaching, being combination of classic approach in a management and foregoing method, is offered in particular.

Key words: *Control the system teaching, precedent, chart of conclusion on precedents, chart of the adaptive teaching.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цибульский Г.М. Модели обучения автоматизированных обучающих систем / Г.М. Цибульский, Е.И. Герасимова, В.В. Ершшин // Системотехника: Сетевой электронный научный журнал. – 2004. – №2.
2. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы. – Киев: Наукова думка, 1992.
3. Буль Е.Е. Обзор моделей студента для компьютерных систем обучения // Educational Technology & Society. – 2003. – №6(4).
4. Пустынникова И.Н. Технология использования экспертных систем для диагностики знаний и умений // Educational Technology & Society. – 2001. – № 4(4).
5. Астанин С.В. Сопровождение процесса обучения на основе нечеткого моделирования // Открытое образование. – 2000. – №5.
6. Глибовец Н.Н. Использование JADE для разработки компьютерных систем поддержки дистанционного обучения агентного типа // Educational Technology & Society. – 2005. – №8(3).
7. Gavrilova T. Learner-model Approach to Multi-agent Intelligent Distance Learning System for Program Testing / T. Gavrilova, A. Voinov, I. Lescheva // 11 Int. conf. on Industrial & Engineering Applications of Artificial Intelligence & Expert Systems AIE/IEA. - Cairo, Egypt, 1999. - P. 98-102.
8. Растрингин Л. А. Адаптация сложных систем. - Рига: Зинатне, 1981.
9. Карпов Л. Е. Методы добычи данных при построении локальной метрики в системах вывода по прецедентам / Л. Е. Карпов, В. Н. Юдин // Институт Системного Программирования РАН. – М.:Препринт, 2006.
10. Карпов Л. Е. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов/ Л. Е. Карпов, В. Н. Юдин // Труды ИСП РАН. - М.:ИСП РАН, 2007.

Поступила в редакцию 9 сентября 2009 г.