

УДК 37:002

DOI <https://www.doi.org/10.71050/2305-3348.2024.16.4.003>

Айтбенова А.А., старший преподаватель,
Костанайский региональный университет имени Ахмета
Байтұрсынұлы

110000 г.Костанай, ул.Байтұрсынова, 47, aitbenova_ayana@mail.ru

Баймухамедов М.Ф., д.т.н., профессор,
Костанайский социально-технический университет имени академика
З.Алдамжар

110000 г.Костанай, пр-т. Кобыланды Батыра, 27, bmf45@mail.ru

Борисова А.П., младший научный сотрудник,
Костанайский социально-технический университет имени академика
З.Алдамжар

110000 г.Костанай, пр-т. Кобыланды Батыра, 27, fialka.anechka@mail.ru

Горбенко М.В., кандидат филологических наук, доцент,
Костанайский социально-технический университет имени академика
З.Алдамжар

110000 г.Костанай, пр-т. Кобыланды Батыра, 27,

m.gorbenko.64@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ ЗНАНИЙ

Аннотация. Обеспечение необходимого качества образования требует качественной системы управления знаниями, основанной на постоянном мониторинге, имеющем высокую точность измерений. Формулировка задачи управления системой обучения и процессом в целом начинается с формализации процесса обучения, а условия управления и характеристики управляющих воздействий должны быть основаны на диагностике знаний и ее объективных критериях. Процесс обучения можно рассматривать как случайный процесс и описывать его в терминах теории вероятности. При проектировании автоматизированных обучающих систем и их программной реализации для экспериментальной проверки моделей управления знаниями можно использовать любые формы {процедурная или декларативная) и модели представления знаний {логическая, сетевая и продукционная).

Ключевые слова: управление знаниями, математическая модель, модели представления знаний, обучающие системы, качество обучения, процесс обучения.

Айтбенова А.А., аға оқытушы,

Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті
110000 Қостанай қ., А. Байтұрсынов к-сі, 47, aitbenova_ayana@mail.ru

Баймухамедов М.Ф., т. ғ. д., профессор,

Академик З. Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық
университеті

110000 Қостанай қ., Қобыланды батыр даңғылы, 27, bmf45@mail.ru

Борисова А.П., кіші ғылыми қызметкер,

Академик З. Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық
университеті

110000 Қостанай қ., Қобыланды батыр даңғылы, 27,
fialka.anechka@mail.ru

Горбенко М.В., ф.ғ.к., доцент,

Академик З. Алдамжар атындағы Қостанай әлеуметтік-техникалық
университеті

110000 Қостанай қ., Қобыланды батыр даңғылы, 27,
m.gorbenko.64@mail.ru

БІЛІМДІ ӨКІЛДІРУ БАСҚАРУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Аннотация. Білім берудің қажетті сапасын қамтамасыз ету үшін жоғары өлшем дәлдігімен тұрақты бақылауға негізделген жоғары сапалы білімді басқару жүйесі қажет.

Оқыту жүйесін және тұтастай алғанда процесті басқару мәселесін тұжырымдау оқу процесін формализациялаудан басталады, ал бақылау жағдайлары мен бақылау әсерлерінің сипаттамалары білім диагностикасы мен оның объективті критерийлеріне негізделуі керек. Оқыту процесін кездейсоқ процесс ретінде қарастыруға және ықтималдықтар теориясы тұрғысынан сипаттауға болады. Оқытудың автоматтандырылған жүйелерін жобалағанда және білімді басқару модельдерін эксперименттік тестілеуге арналған бағдарламалық қамтамасыз етуді енгізу кезінде кез келген формаларды (процедуралық немесе декларативті) және білімді ұсыну модельдерін (логикалық, желілік және өндірістік) пайдалануға болады.

Түйін сөздер: білімді басқару, математикалық модель, білімді ұсыну модельдері, оқыту жүйелері, білім сапасы, оқу процесі.

Aitbenova A.A., senior lecturer

Kostanay Regional University named after. A. Baitursynuly

110000 Kostanay, A.Baitursynov str., 47, aitbenova_ayana@mail.ru

Baimukhamedov M.F., professor, d.t.s.

Kostanay Social and Technical University named after academician Z.
Aldamzhar

110000 Kostanay, ave. Koblandy Batyr, 27, bmf45@mail.ru

Borisova A.P., junior researcher

Kostanay Social and Technical University named after academician Z.
Aldamzhar

110000 Kostanay, ave. Koblandy Batyr, 27, fialka.anechka@mail.ru

Gorbenko M.B., Candidate of Philological Sciences, associate professor

Kostanay Social and Technical University named after
academician Z. Aldamzhar

MATHEMATICAL MODEL OF KNOWLEDGE REPRESENTATION MANAGEMENT

Abstract. Ensuring the necessary quality of education requires a quality knowledge management system based on continuous monitoring with high measurement accuracy. The formulation of the task of controlling the learning system and the process as a whole begins with the formalisation of the learning process, and the control conditions and characteristics of control actions should be based on the diagnosis of knowledge and its objective criteria. The learning process can be considered as a random process and described in terms of probability theory. When designing automated training systems and their software implementation, any forms {procedural or declarative) and models of knowledge representation {logical, network and production) can be used for experimental testing of knowledge management models.

Keywords: knowledge management, mathematical model, knowledge representation models, learning systems, learning quality, learning process.

Введение

Анализ основных задач управления, которые необходимо решить при создании эффективных автоматизированных информационно-обучающих систем (АИОС), а также математических моделей представления и управления знаниями позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Знаниям в определенной степени присущ некоторый случайный характер. Например, сама величина тестового балла за одно задание при измерении знаний, определяемая на основании экспертной оценки является случайной, поскольку на самом деле принадлежит некоторому нечеткому интервалу. В силу этого:

– Шкала таких оценок имеет относительный, а не абсолютный характер.

– Перекрывание интервалов позволяет говорить о квазинепрерывном распределении баллов на всем отрезке допустимых значений. Знания являются непрерывной величиной, которую можно выражать в условных числовых единицах (баллах).

– Расплывчатость границ знания и множественность взаимосвязей между элементами предметной области говорит о том, что нельзя выделить элементарный объем знаний. Кроме того, в силу специфики мышления человека, ему свойственно при определенных условиях, имея некоторый набор связей между элементами знания, находить новые или неизвестные, которые также являются знанием (процесс самообучения).

Все это говорит о том, что процесс обучения можно рассматривать как случайный процесс и описывать его в терминах теории вероятности. Автоматизированные информационно-обучающие системы (АИОС), в силу присутствия человеческого фактора, действие которого имеет

психофизическую природу, можно отнести к классу стохастических систем управления, процессы, в которых (при определенных условиях) можно рассматривать как полумарковские процессы (вероятность перехода при которых из одного состояния в другое зависит как от этого состояния, так и от состояния, в которое будет осуществлен следующий переход [1]).

2. При проектировании АИОС и их программной реализации для экспериментальной проверки моделей управления знаниями можно использовать любые формы {процедурная или декларативная} и модели представления знаний {логическая, сетевая и продукционная}.

Однако они не дают ответа на главный вопрос: как достигнуть заданного критерия обученности за минимальное число шагов? Они также не подходят для создания простой в наполнении учебным материалом, универсальной автоматизированной информационной обучающей системы (АИОС), в которой можно одинаково хорошо осуществлять управление как легко, так и трудно формализуемыми и структурируемыми знаниями.

Методология

Обеспечение необходимого качества образования требует качественной системы управления знаниями, основанной на постоянном мониторинге, имеющем высокую точность измерений [2]. Такой контроль знаний требует наличия большой базы вопросов и ресурса времени. Решением задачи является адаптивное тестирование. Однако классическая модель не дает ответов на ряд вопросов. Например, какой должна быть величина шага между трудностью вопросов при последовательных правильных ответах? Какова должна быть величина шага трудности для испытуемого, чей уровень подготовленности лежит вблизи максимума уровня трудности вопросов? Можно ли уменьшить число вопросов при адаптивном тестировании? Ответы на эти вопросы позволяют оптимизировать диагностику знаний при сохранении качества получаемой информации и качества управления представлением знаний. Таким образом, для эффективного управления диагностикой знаний необходимо продолжить дальнейшие разработки алгоритмов адаптивного тестирования.

При управлении знаниями необходимо решить задачу разработки эффективного человеко-машинного интерфейса для компьютерных средств обучения с учетом личностных психофизиологических качеств обучаемого. Разработка более комфортных для пользователя графических человеко-машинных интерфейсов необходима для более эффективного управления процессом представлением знаний. Поскольку, усвоение знаний пользователем в значительной степени определяется еще и тем насколько ему удобно работать с системой.

Обзор литературы

Савельев Александр Яковлевич «Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем» Книга знакомит с проблемами,

методами и средствами автоматизации процесса обучения. Рассматриваются структура и функциональные возможности автоматизированных обучающих систем (АОС) на базе ЭВМ, средства формализации и порядок подготовки учебно-методических материалов, приемы описания и программирования автоматизированных учебных курсов; приводятся схемы и фрагменты программ автоматизированных курсов, реализуемых в типовых АОС.

Графова Светлана Руслановна «Автоматизированная обучающая система как дидактическое средство высшей школы». Рассматривается сущность автоматизированной обучающей системы как дидактического средства высшей школы и технико-педагогические возможности ее применения в учебном процессе, Приводится описание автоматизированной обучающей системы как средства оптимизации учебного процесса.

Якушкин Павел Алексеевич «Организационно-педагогические условия развития современного информационного пространства общеобразовательной школы». Современное общество вступило в эпоху информатизации - период развития, направленный на обеспечение максимально полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех социально-значимых областях человеческой деятельности. Система образования, как и любая общественно-значимая система во все времена была призвана выполнять социальный заказ государства. Она не может быть независимой от общественного и политического устройства государства. XXI век требует принципиально иных подходов к образованию. Ни у кого не вызывает сомнения, что обучение должно развивать самостоятельное, критическое и творческое мышление. Для этого необходимо широкое информационное поле деятельности и адекватно сформулированные цели, методы и средства обучения.

Реализация

Формулировка задачи управления системой обучения и процессом в целом начинается с формализации процесса обучения, а условия управления и характеристики управляющих воздействий должны быть основаны на диагностике знаний и ее объективных критериях. Целенаправленная система управления должна обеспечивать достижение поставленных задач, относящихся к некоторым классам состояний обучаемых. Для каждого класса состояний в системе должна быть реализована последовательность управляющих воздействий, приводящих к желаемому результату. Все это является первоочередной задачей, поскольку задачи управления базами данных и потоками учебной информации определяются именно моделями, на основе которых работает система, а не аппаратными средствами и сетевыми технологиями.

При управлении процессом обучения под объектом управления следует понимать множество субъектов обучения (как отдельных пользователей, так и учебных групп). Состояние субъекта обучения может

быть описано конечным множеством параметров, а объект управления может подвергаться следующим воздействиям:

- случайные внешние возмущения;
- управляющие воздействия, формируемые модулем управления процессом обучения в системе и состоящие из обучающего и контролирующего воздействий.

Причем, результат целенаправленного воздействия в определенной степени также является случайным, поскольку связан с человеческим фактором.

Математические модели управления представлением знаний в интеллектуальных обучающих системах и комплексах должны позволять управлять процессом обучения таким образом, что пользователь достигает некоторой границы обученности L наиболее простым эффективным способом (минимальное число шагов обучения) [3].

Обучение и управление знаниями в силу присутствия человеческого фактора, действие которого имеет психофизическую природу, можно отнести к классу стохастических процессов, которые (при определенных условиях), можно рассматривать как полумарковские процессы (вероятность перехода при которых из одного состояния в другое зависит как от этого состояния, так и от состояния, в которое будет осуществлен следующий переход. Подобный подход получил фундаментальное обоснование и развитие в работах профессора А.П.Свиридова в которых разработана статистическая динамика знаний. Согласно исследованиям профессора А.П.Свиридова, интенсивности переходов между состояниями (интенсивности усвоения и забывания) может зависеть от времени и это позволяет получить линейные системы дифференциальных уравнений с коэффициентами зависящими от времени, для которых однако не всегда могут быть получены аналитические решения. Поэтому в данной работе был развит другой подход.

Рассмотрим случайный дискретный процесс передачи знаний, при котором, величина знаний пользователей, характеризуется баллами, принимающими некоторые значения от 0 до N . Будем считать, что при величине знаний τ , предоставляемой пользователю на шаге обучения h , его балл из дискретного состояния $k-1$ переходит в состояние k , кроме того, изменение состояния k может осуществляться за счет перехода $k+1 \rightarrow k$ (рис.1).

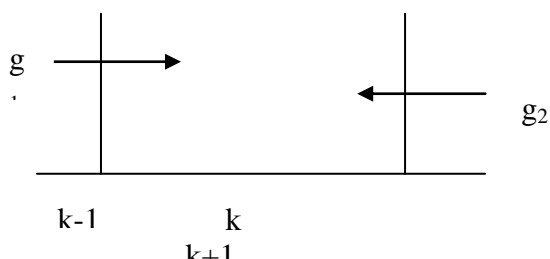


Рис.1. Схема бинарного информационного потока
при представлении знаний

Обозначим через $\rho_{k-1,h}$ - вероятность нахождения в состоянии $k-1$, после h шагов обучения, через $\rho_{k+1,h}$ - вероятность нахождения в состоянии $k+1$.

Рассмотрим процесс обучения как совокупность процессов происходящих в состояниях $k-1$, k и $k+1$.

Вероятность $\rho_{k-1,h}^+$ перехода из состояния $k-1$ в состояние k на $(h+1)$ шаге будет равна $\rho_{k-1,h}^+ = g_1 \cdot \rho_{k-1,h}$ где g_1 - вероятность перехода $k-1 \rightarrow k$.

Вероятность $\rho_{k+1,h}^-$ перехода из состояния $k+1$ в состояние k на $(h+1)$ шаге будет равна $\rho_{k+1,h}^- = g_2 \cdot \rho_{k+1,h}$, где g_2 - вероятность перехода $k+1 \rightarrow k$.

Процесс передачи знаний на $(h+1)$ шаге опишем как сумму процессов: $(\rho_{k-1,h}^+ + \rho_{k+1,h}^-)$. Вероятности g_1 и g_2 положим равными $1/2$, т.е. любой из переходов (вправо или влево) из любого соседнего состояния можно считать равновероятным. Тогда

$$\rho_{k,h+1} = g[\rho_{k-1,h} + \rho_{k+1,h}] \quad (1)$$

Для описания процесса передачи знаний от интеллектуальной мультимедийной обучающей системы к пользователю введем следующие переменные

$$X = k \cdot \varepsilon, \quad t = h \cdot \tau, \quad \rho_{k,h} = \varepsilon \cdot \rho^{(x,t)}$$

где ε - изменение тестового балла пользователя в результате предоставляемой обучающей системой величины знаний τ на одном шаге, $\varepsilon \leq \tau$ (в идеальном случае надо стремиться, чтобы ε было равно τ , т.к. нет смысла выдавать на одном шаге информации больше, чем может быть усвоено пользователем). Из уравнения (1) находим

$$\rho(x, t + \tau) = q[\rho(x - \varepsilon, t) + \rho(x + \varepsilon, t)] \quad (2)$$

Разложим $\rho(x, t + \tau)$, $\rho(x - \varepsilon, t)$ и $\rho(x + \varepsilon, t)$ в ряд и, ограничиваясь членами, содержащим не более чем вторую производную по X и по t , получим дифференциальное уравнение II - порядка гиперболического типа

$$\frac{\partial \rho^{(x,t)}}{\partial t} + \frac{\tau}{2} \frac{\partial^2 \rho^{(x,t)}}{\partial t^2} = \frac{\varepsilon^2}{2 \cdot \tau} \cdot \frac{\partial^2 \rho^{(x,t)}}{\partial x^2} \quad (3)$$

Полученное уравнение описывает математическую модель представления знаний и процессов их передачи от системы к

пользователю. Данное уравнение может быть интерпретировано следующим образом:

1) член уравнения $\frac{\partial \rho^{(x,t)}}{\partial t}$ описывает процесс "механического" накопления учебной информации пользователем в зависимости от числа шагов обучения;

2) член уравнения $\frac{\tau}{2} \frac{\partial^2 \rho^{(x,t)}}{\partial t^2}$ описывает процесс, при котором полученные знания структурируются и сами становятся источником новой учебной информации;

3) член уравнения $\frac{\varepsilon^2}{2 \cdot \tau} \cdot \frac{\partial^2 \rho^{(x,t)}}{\partial x^2}$ описывает процесс усвоения информации в целом.

При описании информационного процесса обучения, необходимо определить, при какой величине учебной информации (τ), предоставляемой системой и изменении тестового балла ε , работа обучающей системы является наиболее эффективной (минимальное число шагов обучения) и каково необходимое число шагов обучения h для достижения результата.

Заключение

В заключение следует отметить, что предложенные нами модели и алгоритмы представления знаний, формулировка задачи управления системой обучения, формализация процесса обучения можно использовать при создании интеллектуальных систем, применяемых в роботизированных системах обучения.

Процесс обучения можно рассматривать как случайный процесс и описывать его в терминах теории вероятности. Автоматизированные информационно-обучающие системы (АИОС), в силу присутствия человеческого фактора, действие которого имеет психофизическую природу, можно отнести к классу стохастических систем управления, процессы, в которых (при определенных условиях) можно рассматривать как полумарковские процессы (вероятность перехода при которых из одного состояния в другое зависит как от этого состояния, так и от состояния, в которое будет осуществлен следующий переход).

При проектировании АИОС и их программной реализации для экспериментальной проверки моделей управления знаниями можно использовать любые формы {процедурная или декларативная} и модели представления знаний {логическая, сетевая и продукционная}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савельев АЛ., Новиков В.А., Лобанов Ю.И. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем. М., Высшая школа, 1986, 176 с.

2. Системы управления базами данных и знаний: Справ, изд. / А.Н.Наумов, А.М.Вендров, В.К.Иванов и др.; Под ред.А.Н.Наумова.-М.: Финансы и статистика, 1991. - 352 с.

3. Баймухамедов М.Ф.Экспертные обучающие системы.//Учебник, Изд-во «MASTERREPRINT», 2011. – 234 с.

REFERENCES

1. Savel'ev AL., Novikov V.A., Lobanov Ju.I. Podgotovka informacii dlja avtomatizirovannyh obuchajushhih system [Preparation of information for automated training systems]. Moscow: Publ. Vysshaja shkola, 1986. 176 p.

2. Naumov A.N., Vendrov A.M., Ivanov V.K. i dr. Sistemy upravlenija bazami dannyh i znanij: Sprav, izd. [Database and knowledge management systems], in Naumov, A.N. (ed.). Moscow: Publ. Finansy i statistika, 1991. 352 p.

3. Bajmuhamedov M.F. Jekspertnye obuchajushhie sistemy: uchebnik [Expert training systems]. Publ.«MASTERREPRINT», 2011. 234 p.