

Федоров Д. Ю. Имитационная модель контроля знаний в автоматизированной среде в нотации сетей Петри // Вестник СПбГЭУ. Серия: Технические науки. Выпуск 8 (75). - Санкт-Петербург: СПбГЭУ, 2014. С. 126-129.

УДК 37.02; 65.011.56

Федоров Дмитрий Юрьевич,
аспирант,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет;
e-mail: dmitriy.fedoroff@gmail.com

Имитационная модель контроля знаний в автоматизированной среде в нотации сетей Петри

Излагается практическая реализация «кибернетической» концепции автоматизации системы обучения. Приводится пример использования имитационной модели на основе раскрашенных сетей Петри для решения задачи самоконтроля знаний учащихся в автоматизированной образовательной среде.

Ключевые слова: автоматизация обучения, структуризация знаний, формализация процесса, сеть Петри, семантическая сеть.

Fedorov Dmitry

Simulation model of knowledge control into automated notation Petri nets

The article describes the practical implementation of the «cybernetic» automation concept learning system. This article provides an example of using a simulation model based on colored Petri nets to solve the problem of self-control of student's knowledge in an automated learning environment.

Keywords: training automation, knowledge structuring, process formalization, Petri net, semantic network.

Развитие информационных технологий в России затронуло область образования; наметилась устойчивая тенденция в развитии электронного обучения, которое закон «Об образовании в Российской Федерации» [1] трактует следующим образом: «Под электронным обучением понимается организация образовательного процесса с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей,

обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие участников образовательного процесса».

Если в базе данных хранится информация для обучения или преподаватель со студентом общаются по электронной почте – считать ли это примерами электронного обучения?

Неоднозначность трактовки понятия «электронное обучение» привела к тому, что под его реализацией большинство стали понимать перенос существующих, традиционных образовательных практик в электронный вид. Но новые информационные технологии предполагают и внедрение новых педагогических технологий, контуры которых прослеживаются в идее «кибернетической» концепции переноса системы обучения в автоматизированную образовательную среду [2], условием которого являются структуризация знаний и формализация процесса обучения. Под структуризацией знаний понимается построение системы знаний для произвольно заданной предметной области. Структурированные знания являются содержимым автоматизированной образовательной среды (АОС). В таком случае, формализация создает условия для позиционирования и персонификации процесса обучения в этой среде [3].

Гипотетически реализация «кибернетической» концепции позволяет решать весь спектр образовательных задач на принципиально высоком уровне [4]. В доказательство рассмотрим имитационную модель проведения автоматизированного самоконтроля знаний учащихся по пройденному материалу на примере дисциплины «Теория систем».

В дальнейшем под знанием будем понимать набор понятий и связей между ними. В первую очередь структурируем знания, для этого сформируем базу знаний дисциплины и построим нормализованную сеть знаний [3].

В качестве хранилища понятий воспользуемся платформой MediaWiki [5], которая позволяет автоматизировать процесс установления связей между понятиями.

Для построения семантической сети рассмотрим 20 понятий из дисциплины «Теория систем», предложенных профессором Буйневичем М.В. [6]: объект (0), связь (1), характеристика (2), целое (3), поведение (4), функционирование (5), структура (6), ситуация (7), развитие (8), элемент (9), состояние (10), качество (11), среда (12), свойство (13), подсистема (14), управление (15), цель (16), интегративные свойства (17), дерево свойств (18), система (19).

Скрипт, написанный на языке программирования Java, позволит на вход программы построения графов Gephi [7] подать квадратичную матрицу M , где 1 означает, что связь между понятиями существует, 0 – связь отсутствует:

```

0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1
0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 0

```

С помощью встроенного в Gephi алгоритма получим ориентированный ациклический граф (см. Рис. 1а), который представляет собой структурированные в виде семантической сети знания.

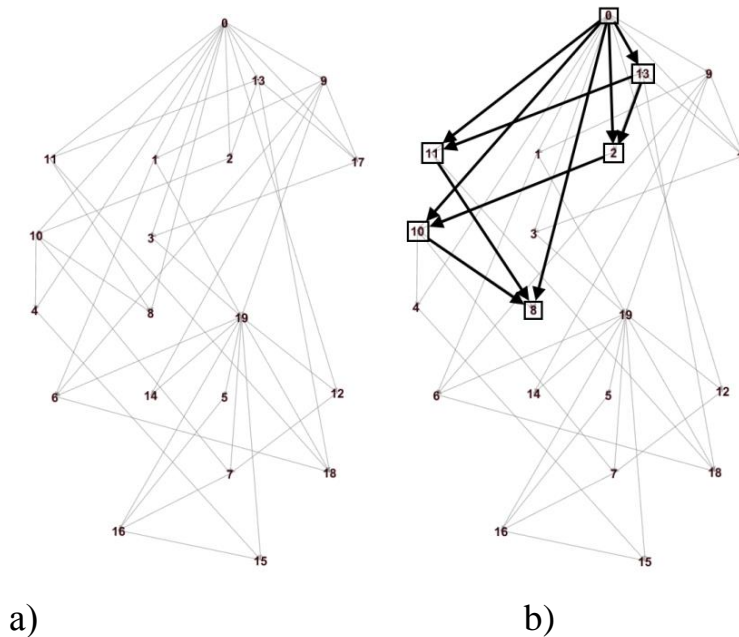


Рис. 1. Ориентированный ациклический граф дисциплины «Теория систем»

Теперь следует формализовать процесс самоконтроля знаний учащихся. Модель проведения автоматизированного контроля знаний по пройденному материалу на основе выделенного фрагмента сети понятий (см. Рис. 1b) построим в программе CPN Tools [8] с применением раскрашенных сетей Петри.

Сеть Петри C является четверкой, $C = (P, T, I, O)$. $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ – конечное множество позиций, $n \geq 0$. $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ – конечное множество переходов, $m \geq 0$. Множество позиций и множество переходов не пересекаются, $P \cap T = \emptyset$. $I : T \rightarrow P^\infty$ является входной функцией – отображением из переходов в комплекты позиций. $O : T \rightarrow P^\infty$ есть выходная функция – отображение из переходов в комплекты позиций.

Теоретико-графовым представлением сети Петри является двудольный ориентированный мультиграф. Структура сети Петри представляет собой совокупность позиций и переходов. В соответствии с этим граф сети Петри обладает двумя типами узлов. Кружок \circ является позицией, а планка $|$ – переходом.

Маркировка μ есть присвоение фишек позициям сети Петри. Фишка – это примитивное понятие сетей Петри (подобно позициям и переходам).

Фишки присваиваются (можно считать, что они принадлежат) позициям. Количество и положение фишек при выполнении сети Петри могут изменяться. Фишки используются для определения выполнения сети Петри. На графе сети Петри фишки изображаются маленькой точкой в кружке, который представляет позицию. В раскрашенных сетях Петри фишкам приписаны различные типы (цвета). Сеть Петри выполняется посредством запусков переходов. Переход запускается удалением фишек из его входных позиций и образованием новых фишек, помещаемых в его выходные позиции [9].

На Рис. 2а каждая позиция p моделирует изучение понятия: если учащийся усвоил понятие, то в позицию p заносится фишка; переходы t между позициями имитируют условие проверки усвоения знаний.

Например, переход $t1$ сработает, если фишки расположены в позициях $p0$ и $p13$, т.е. учащийся усвоил понятия «объект» (0) и «свойство» (13). При условии, если одно из двух понятий не усвоено – переход не сработает и учащийся не сможет перейти к изучению следующего понятия – «качество» (11) (позиция $p11$).

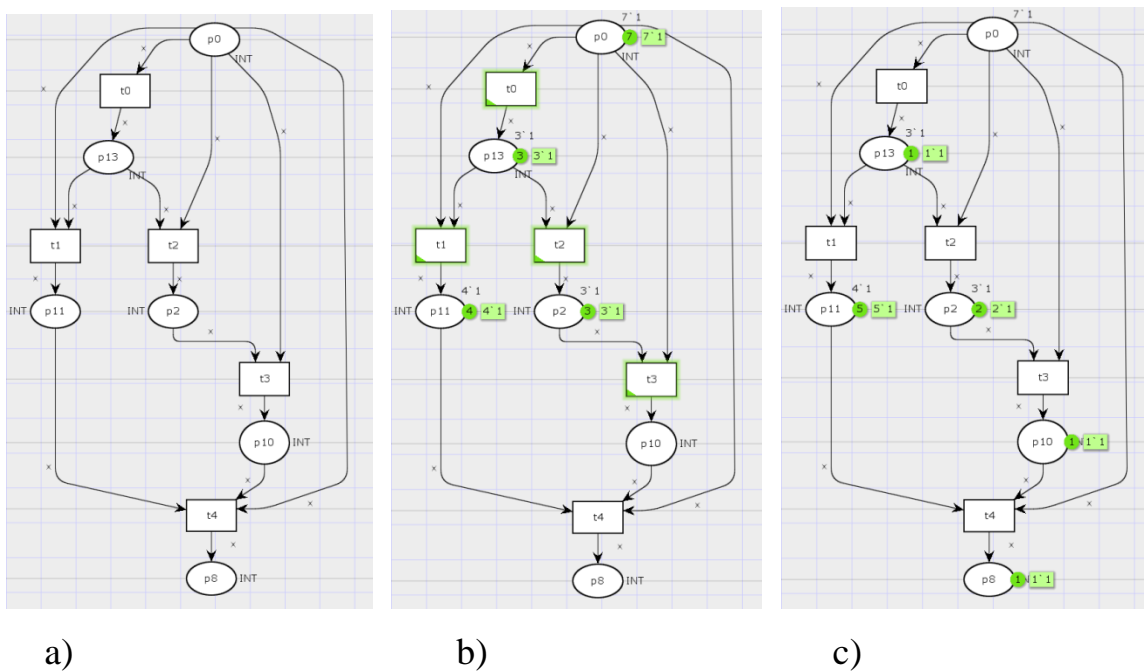


Рис. 2. Сеть Петри, построенная на основе семантической сети понятий дисциплины «Теория систем»

Рассмотрим начальные сведения, необходимые для запуска имитационной модели и автоматизированного решения задачи самоконтроля знаний.

Пусть учащийся решил самостоятельно изучить понятия «состояние» (10) и «развитие» (8). Для этого АОС предлагает ему пройти тестирование по «нижележащим» понятиям: «объект» (0), «свойство» (13), «качество» (11), «характеристика» (2). Например, по каждому из понятий учащемуся предлагается ответить на 10 вопросов; количество правильных ответов заносится в модель путем установки «фишек» в соответствующие позиции. Можно ввести весовые коэффициенты (меру) владения понятием по десятибалльной шкале: от «учащийся имеет представление о понятии» (1 уровень) до «учащийся уверенно владеет понятием» (10 уровень). К примеру, учащийся ответил на 7 из 10 вопросов по понятию «объект» (0) – устанавливается 7 фишек в позицию p_0 и т. д. Полученная сеть Петри с отмеченными на ней результатами тестирования представлена на Рис. 2b.

Запуск имитационной модели приведет к перемещению фишек и покажет, сможет ли учащийся при существующих знаниях достигнуть позиций p_{10} и p_8 , т.е. самостоятельно освоить понятия «состояние» (10) и «развитие» (8) соответственно.

По результатам моделирования (см. Рис. 2c) можно утверждать, что учащийся при существующем уровне усвоения изученных понятий способен достигнуть позиций p_{10} и p_8 с единичными фишками (1 уровень). Это означает, что «учащийся сможет получить представление о понятиях».

Разработанная имитационная модель автоматизированного контроля знаний учащихся на базе раскрашенных сетей Петри уже доказала свою работоспособность на детерминированном алгоритме, поэтому развитием может явиться учет временных и стохастических факторов. Это гипотетически позволит решать следующие дидактические задачи в автоматизированной среде: оценка затрат времени на изучение отдельной учебной дисциплины и всего учебного курса, повышение степени

организованности учебного процесса за счет логического согласования по времени взаимосвязанного учебного материала конкретных дисциплин.

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 21.07.2014) «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165984/ (дата обращения 10.09.2014).

2. Буйневич, М. В. «Кибернетическая» концепция перевода системы обучения ВМУЗ в автоматизированную систему обучения / М. В. Буйневич, Ю. Ф. Волынец, В. А. Масальцев // Сокр. тексты докл. научно-техн. конф.– Петродворец: ВВМУРЭ, 1994.– С. 6–9 .

3. Федоров Д.Ю. Эскиз аксиоматического подхода к построению автоматизированной образовательной среды // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Технические науки. Выпуск 8 (67). – Санкт-Петербург: СПбГЭУ, 2013. С. 91-93.

4. Волынец Ю.Ф. Теоретические основы формализованного представления педагогических знаний в инфологической среде подготовки специалистов ВМФ./ Под ред. В.Я. Розенберга.– Петродворец: ВМИРЭ, 2000.– 82 с.

5. Официальный сайт программы MediaWiki [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mediawiki.org/wiki/MediaWiki> (дата обращения 10.09.2014).

6. Буйневич, М. В. Сети знаний для дистанционного обучения / М. В. Буйневич // Дистанционное обучение в высшем профессиональном образовании: опыт, проблемы и перспективы развития: матер. межвуз. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 9 июня 2011 г. – СПб.: изд-во СПбГУТ, 2011. – С. 28-30.

7. Официальный сайт программы Gephi. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gephi.github.io> (дата обращения 6.09.2014).

8. Официальный сайт программы CPN Tools/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cpntools.org> (дата обращения 6.09.2014).

9. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984.