

## Обучение в изобретательских играх

Е.А. Ващенко, М.А. Витушко, В.С. Переверзев-Орлов, И.И. Стенина

*Институт проблем передачи информации им.А.А.Харкевича,  
Российская академия наук, Москва, Россия  
e-mail: peror@iitp.ru*

Поступила в редколлегию 19.11.2014

**Аннотация**—Ранее мы уже касались проблемы использования возможностей технологий Партнерской системы (как Усилителя интеллекта) не только для помощи в решении сложных задач, но и для создания на их основе нового класса активных обучающих систем, позволяющих превратить процесс обучения в некую игру, когда человек обретает новые знания, изобретая их в процессе решения задач по анализу прецедентов под контролем базы знаний, активно пользуясь при этом технологиями и инструментальными средствами Партнерской системы. Нечто похожее на это в последние годы стало появляться в связи так называемой “геймификацией” – предвнесением игрового компонента в обучающий процесс и процессы исследования. При этом принципиально важным моментом отличия развиваемого нами подхода является активность ПС, включающая, в частности, и ее способность порождать гипотезы относительно искомых решений [1–8]. Все это становится весьма актуальным в связи с быстрорастущими потребностями в методах эффективного обучения в условиях наблюдаемого сегодня процесса ускоренного развития наук и технологий, за которым совершенно не поспевают традиционные методы обучения.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** изобретательские игры, игровое порождение знаний, технологии игрового обучения, геймификация

### 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ

Приступить к описанию технологии создания обучающих систем в парадигме Партнерских систем (PS) можно лишь, начав с краткого изложения основ технологии PS – основного нашего многолетнего проекта.

Итак, Партнерская система (PS) это – система и технологии, ориентированные на обеспечение возможности человеку решать ранее недоступные для него задачи путем исследования, приводящего к появлению нового знания.

В основе этих технологий лежат специальные методы, разрабатывавшиеся в ИППИ РАН на протяжении нескольких десятков лет и связанные с так называемой проблемой обучения распознаванию образов (на Западе такое обычно называют обучением машины – Machine Learning).

В проекте PS можно выделить два основных уровня – внутренний и внешний. Внутренний связан со взаимодействиями в паре человек – PS, а внешний – служит для взаимодействия таких пар. В данном сообщении мы решили ограничиться лишь внутренним уровнем, поскольку и он представляет большой самостоятельный интерес.

Основные идеи PS внутреннего уровня состоят в следующем:

- PS в диалоге с человеком получает необходимую информацию об объекте исследования, прогоняет ее через Базу знаний, где накоплены предыдущие опыт и знания в этой области,

и выдает рекомендации в соответствии с этими знаниями. В этой части структурно PS по сути ничем не отличается от обычных Экспертных систем (ES) и систем поддержки принятия решений (DSS). Отличия будут рассмотрены позднее.

- В процессе решения задачи или подготовки к нему PS накапливает данные об исследуемых прецедентах, составляющие Базу данных системы – ее фактологический компонент.
- Параллельно в системе создается База знаний по ситуациям в той проблемной области, где лежит решаемая проблема.
- Данные и знания используются для генерации текста, описывающего исследуемую ситуацию на нормальном языке, что позволяет оценить качество ее описания во входном диалоге.
- Данные используются для поиска новых знаний как под контролем уже существующих в системе, так и в интерактивном режиме для проверки и развития гипотез человека.
- В системе существуют прецедентный поиск и смыслоориентированный хелп.

Разработка системы начинается с диалогового модуля, обеспечивающего системе возможность получать всю необходимую для ее работы информацию об исследуемых ситуациях.

Работа диалогового модуля направляется структурированным сценарием диалога, интуитивно адекватным той процедуре сбора первичной информации об исследуемых ситуациях, которая существует на начало работы. В последующем это начальное приближение может быть желаемым образом изменено в соответствии с нарастающим пониманием существа решаемой задачи и нужной для этого информации.

С помощью специального языка программирования, опирающегося на очень простую грамматику управляющих меток и позиций для ответов, сценарий превращается в диалоговую программу. Компилятор, разрабатывавшийся специально для врачей, позволяет обнаруживать и легко исправлять ошибки абсолютно не программирующим пользователям.

Диалоговый модуль используется с небольшим набором примеров ситуаций для отработки сценария на полноту, естественность и удобство описания исследуемого.

Когда возникает ощущение полноты диалога, начинается работа над генератором, порождающим текстовые описания исследуемых ситуаций. Этот генератор пишется на другом языке, тоже достаточно простом и удобном, и позволяет сформировать грамотное естественно-языковое описание рассматриваемой ситуации (рассказ о ней) по набору ответов на вопросы об этой ситуации, задаваемые в соответствии со сценарием диалога.

Читая такого рода описание исследуемого, человек с существенно большей легкостью может обнаружить отсутствие важной информации, относительно которой в диалоге не были заданы необходимые вопросы.

Такого рода другой по отношению к диалоговому вводу способ представления информации об исследуемой ситуации позволяет по-новому взглянуть на запрашиваемую информацию и пополнить диалоговый сценарий.

Процесс такого рода достаточно быстро сходится к ситуации, когда человек начинает считать, что качество формирования текстов на основе первичных описаний его уже вполне устраивает. Однако, этим дело не кончается.

Следующий цикл уточнения входного диалога связан с выявлением и формализацией знаний, существующих у человека относительно исследуемых им ситуаций, безотносительно к тому, что решая новую для себя задачу, он заранее прекрасно понимает, что его знания неполны и будут в результате начинающегося исследования расширены, уточнены и включены в Базу знаний системы.

В процессе разработки Базы знаний могут выявиться потребности во входной информации, не учтенной на двух первых этапах разработки диалога. Однако, практика показывает, что

такого рода коррекции уже сравнительно редки и не очень сильно меняют состав и структуру сценария диалога.

Разработка базы знаний осуществляется с помощью специфической технологии званий, разработанной в ИППИ специально для работы с плохоформализованными знаниями – типа медицинских. Парадигму, в которой это осуществляется, мы называем синдромной парадигмой знаний.

Наконец, завершающим штрихом является разработка хелповой подсистемы, в основе своей мало чем отличающейся от обычных мультимедийных хелпов. Важное отличие, разработанное пока лишь в основном теоретически, заключается в том, что в качестве справочника в данном случае могут рассматриваться не только обычные мультимедийные материалы, уточняющие и поясняющие содержание используемых системой понятий, но и прецедентная база ее данных, накапливаемых в процессе работы с системой. И в последнем случае поиск прецедентов рассматриваемого случая может осуществляться по смысловому сходству.

С этого момента можно считать, что подготовительная фаза разработки PS в минимальной ее конфигурации завершена, и можно переходить к возможностям ее использования в качестве инструмента и технологии обучения. Таких возможностей – несколько.

## 2. ПЕРВАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ

Первая возможность связана с собственно самим процессом разработки PS для возникшей задачи, начиная уже с разработки диалогового сценария и базы знаний. Замечено это было много лет назад, когда вполне неожиданным оказалось то, что старшекурсники, аспиранты и ассистенты Кафедры факультетской терапии 1ММИ им. Сеченова, занимаясь этим, существенно быстрее своих сокурсников и коллег овладевают соответствующими существующими медицинскими знаниями, открывая для себя заодно и прелесть проведения собственных исследований.

Попытка понять причины этого эффекта показала, что в основе его лежит в первую очередь формализация и структурирование языка описания объектов, ситуаций и явлений проблемной области.

Такого рода понимание, как выяснилось, также лежит в основе преподавания медицины – в так называемой пропедевтике, но обычно воспринимается изучающими как нечто побочное, не имеющее существенного значения для дела и потому не привлекающее серьезного внимания.

Попытка исследования этого феномена в беседах с опытными врачами быстро показала, что обучаемые и менее опытные коллеги, располагая уже всеми необходимыми знаниями для принятия правильных решений, часто не могут этого сделать просто потому, что не знают, какую информацию об исследуемом случае им надо запросить. И буквально один-два правильно подсказанных вопроса со стороны более опытного коллеги приводит к тому, что дальше менее опытный уже прекрасно справляется сам.

Такую функцию старшего коллеги во многих случаях берет на себя именно правильно организованный сбор первичной информации в виде сценария диалога о проблеме, объединяющего в специальной структуре необходимые вопросы и варианты ответов на них.

## 3. ВТОРАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ

Вторая возможность ориентирована на замыкание связи слов как имен понятий и содержания этих понятий.

Эта возможность исследовалась нами в связи с обучением чтению рентгенограмм, но может быть расширена за эти рамки.

Для проведения исследования врач-пульмонолог О.В.Агринский – ассистент кафедры М.И. Перельмана – подобрал порядка 200 рентгеновских снимков с разного рода образцами легочной патологии. Они составили прецедентную базу.

Каждый снимок сопровождался его детальным описанием, сформированным ранее разработанным этим же врачом версией PS для диагностики патологических затемнений и просветлений в легких. Там же фиксировались и его диагностические заключения, выверенные в катанезе, с рекомендациями по дополнительным, если нужно, обследованиям.

Таким образом, прецедентная база снимков включала собственно снимки с их уникальными ID, их описания на естественном для врачей-рентгенологов-пульмонологов языке, сгенерированные PS, и выверенные диагностические заключения и рекомендации по дополнительным обследованиям.

Смысл проводимых исследований в данном случае был связан с отмеченными ниже моментами, основанными на возможностях PS:

*Момент первый.*

Обучаемому предлагалось, отвечая на вопросы PS относительно случайно выбираемого снимка, получить описание его, максимально близкое к эталонному его описанию из прецедентной базы.

Это была первая игра, в которую увлеченно играли обучаемые, приобретая таким образом уже на первых двух-трех десятках снимков способность активного использования языка описания рентгенограмм.

*Момент второй.*

Обучаемому предлагались снимок и эталонное диагностическое заключение по нему, и нужно было, опираясь на уже полученное знание языка описания рентгенограмм, так отвечать на вопросы PS, чтобы она в результате сформировала эталонное заключение.

На этом этапе отрабатывались связи описания с диагностическими суждениями.

*Момент третий.*

Обучаемому предлагался только снимок, и он должен был его так описать, уже чувствуя ситуацию и обладая сформировавшимися к этому моменту знаниями, чтобы PS сформировала правильное диагностическое заключение и сопровождающее его текстовое описание.

Контроль показал, что по завершении этого этапа обучаемый уже совершенно свободно читает рентгенограмму легких и формирует по ней правильные диагностические гипотезы.

Аккуратная статистика для многофакторной оценки эффективности всего этого не велась, но невооруженным взглядом было видно, что практически недостижимое при обычном подходе к обучению качество результата достигалось примерно за десять занятий при максимальной вовлеченности обучаемых в процесс обучения и стремлении к активному сотрудничеству с коллегами, что было полной противоположностью тому, что обычно наблюдалось на занятиях по стандартной методике ранее.

#### 4. ТРЕТЬЯ ВОЗМОЖНОСТЬ

Третья возможность связана с формализацией неаналитического знания и опыта с помощью разработанной нами технологии синдромного представления знаний в таких областях человеческой деятельности, как медицина и подобных ей в смысле отсутствия формальных теорий, где преобладают навыки, опыт и интуиция.

Не требует доказательств утверждение, что такого рода областей человеческой интеллектуальной деятельности существенно больше, чем областей, где доминируют аксиоматический

подход и основанные на нем теории. Да и в той же математике, например, главное связано все с теми же интуицией и опытом, чему, кстати, и в ней учат очень мало.

Синдромная парадигма знаний заимствована нами из медицины и оформлена в результате совместной работы с многими замечательными врачами нескольких первоклассных московских клиник.

Суть этой парадигмы вкратце сводится к следующему.

Уже тысячелетия врачи в той или иной форме пользуются понятиями “симптом” и “синдром”.

Здесь симптом это – некий знак, отклонение чего-то воспринимаемого от “нормы”. Симптом либо есть, либо его нет. При этом есть или нет обычно определяется чисто субъективно, но со временем это все более и более объективизируется. Например, повышенная температура, учащенное дыхание, покраснение кожи лица, утомляемость и т.д. и т.п.

Синдром же это – некая совокупность симптомов, не все из которых могут в данный момент наблюдаться у данного пациента. Тем не менее, достаточно, чтобы одномоментно присутствовало не меньше, чем сколько-то каких-то симптомов, и тогда фиксируется наличие синдрома.

Т.е. если симптом это – некая бинарная оценка какого-то измеряемого параметра (например – температуры и т.п.), то синдром это бинарная оценка представительства симптомов. Иными словами, и симптом и синдром это – пороговые функции их входов.

Наконец, последнее, о чем здесь в связи с этой парадигмой нужно сказать, заключается в том, что синдром может быть симптомом синдрома более высокого уровня сложности, и, таким образом, синдром в общем случае это – некая направленная пороговая сеть, структура и величины порогов в узлах которой и представляют то неформальное и чисто интуитивное, что лежит в основе врачебного мышления.

Осознав это, стало ясно, что, если в общих чертах все так просто выглядит, то появляется реальная возможность создания разного рода технологических приемов и инструментов, которые могли бы позволить человеку формализовать собственные неформализованные опыт и знания.

Ну а когда такого рода формализация осуществлена, появляется возможность полученную так синдромную сеть проверить на ее адекватность собственным представлениям на реальных данных, предоставляемых, в частности, той же PS.

Выявив расхождения проведенного тестирования с собственным пониманием ситуаций, можно внести коррективы в структуру синдромной сети и величины ее порогов, приближая пошагово получаемые результаты к ощущению адекватности поведения такой сети.

Все это может быть реализовано, как с помощью уже существующей PS для исследуемых ситуаций, так и с помощью специализированных графических редакторов, обеспечивающих возможности проверки синтезированных сетей на прецедентных базах.

Опыт практического применения нескольких такого рода техник показал, что так мы получаем еще один набор удивительно увлекательных игр по выявлению и формализации глубоко скрытых знаний.

Более того, оказалось, что в такого рода играх-исследованиях врачи начинают проверять и очень смутные свои гипотезы, превращая их в результате во вполне корректные рабочие гипотезы, отдельно требующие своего изучения.

## 5. ЧЕТВЕРТАЯ ВОЗМОЖНОСТЬ

Четвертая возможность, связана все с той же синдромной парадигмой знания, но относится преимущественно к порождению нового знания. Она непосредственно основана на том, что последние примерно десять-тринадцать лет известно как Дэйта Майнинг.

Отличие, не считая того, что эти методы у нас разрабатывались раньше, заключается в том, что в нашем случае поиск новых закономерностей в базах данных осуществляется в рамках синдромной парадигмы с помощью специальных инструментов синдромного анализа данных, сочетающих автоматическое порождение синдромных моделей с коррекцией их специалистом в процессе интерактивного синтеза.

К сожалению, основные инструменты такого рода разрабатывались нами много лет назад для работы в операционной системе ДОС, и сегодня нет версий их, пригодных для работы под современными операционными системами. Однако все необходимые алгоритмы сохранились и есть новые идеи по развитию этого подхода.

Во многих случаях возможности такого рода технологии знаний могут представлять наибольший интерес. В частности, с их помощью были решены сложные задачи медицинской диагностики, легшие в основу многих нетривиальных докторских и кандидатских диссертаций.

Ну и, как и в предыдущих случаях, использование этих технологий тоже оказывалось чрезвычайно интересной исследовательской игрой. А в качестве примеров применения такого рода подхода можно привести следующие два.

### *5.1. Раннее обнаружение опухолей на рентгеновских снимках легких*

В рамках многолетнего исследования возможностей обнаружения на рентгеновских снимках малоразмерных опухолевидных образований в ранней их стадии совместно с Кафедрой рентгенологии проф. Л.Д. Линденбрата в 1ММИ им. Сеченова была собрана выборка из более чем 600 снимков с такого рода патологическими образованиями и предпринята попытка улучшения их обнаружения и визуальной диагностики за счет предварительной цифровой обработки снимков, повышающей специфическим образом его контрастность.

Исследования показали, что врачи, принимавшие участие в сборе и первичном анализе этих снимков действительно показывают лучшие результаты, чем при работе с исходными снимками, но параллельно же выяснилось и то, что необычный вид так получаемых снимков создает проблемы в распространении этой технологии.

Поэтому было решено попытаться распространить на эти данные уже полученный к тому времени опыт применения синдромной парадигмы к анализу рентгенограмм.

С врачами по описанной выше схеме была разработана специализированная PS, в базу знаний которой были заложены синдромы, сформированные на образцах изображений типичных патологий. При этом таких образцов было порядка полутора десятка на патологию, входной диалог включал порядка 20 вопросов и использовался прецедентный хелп с фрагментами снимков, демонстрирующими выделенные врачами образцы патологических проявлений и исключенных впоследствии из тестового эксперимента.

В тестовом эксперименте трем испытуемым предъявлялись обработанные контрастером снимки и требовалось, чтобы они выделили и описали в диалоге с PS патологические округлые образования для диагностики с помощью синдромов PS.

Результаты были ошеломляющими. Из трех испытуемых двое были сотрудниками нашей группы, никакого отношения к рентгенологии вообще не имеющими, а третьим был упоминавшийся ранее О.В. Агринский – весьма опытный пульмонолог. Все трое показали почти одинаковые результаты – порядка 90% и выше – по сути совпадая по точности с результатами тех врачей-экспертов, что исходно решали эту задачу и готовили по ней все данные.

Т.е. оказалось, что эта методика может быть успешно распространена на все пульмонологические отделения страны без предъявления каких-то специальных требований к использующим ее медикам.

### 5.2. Исследование гипотез по группировке объектов

Другое применение этой же методики было осуществлено нашим студентом А.В. Гащенко, предпочевшим развитию этих исследований разработку сетевых компьютерных игр.

Задача, над которой мы с ним начали работать, заключалась в создании программы, которая позволяла бы школьникам (для начала – старшеклассникам) ставить и решать исследовательские классификационные задачи на основании предварительно подготовленных баз типовых ситуаций в соответствующих дисциплинах. Акцент при этом делался на ранее разработанный нашей группой метод смысловой кластеризации, показавший в экспериментах с медицинскими данными заслуживающий внимания результаты. Под смысловой кластеризацией при этом понималось пошаговое взаимодействие человека с инструментом порождения синдромоподобных гипотез, которые можно было корректировать с учетом уже имеющихся знаний и представлений.

В качестве первого шага, требующего от нас минимальных усилий была выбрана ботаника, так как мы предположили, что найти в сети базу данных приличного размера с описанием разного рода растений и их элементов будет достаточно легко. После этого можно было бы решать задачи типа систематизации растений, которые могли бы ставить сами школьники, исходя из разных посылок и получая нечто вроде классических систематик, а заодно – по мере возрастания интереса к проблеме – они начинали бы использовать и имеющуюся литературу и знания, включая и знания педагогов, чтобы глубже и интенсивнее разобраться со своими вариантами.

Однако, все сорвалось из-за того, что подходящей базы данных по ботанике Гащенко не смог обнаружить, но зато обнаружил подходящую базу данных по автомобилям, позволившую ему показать, как легко и с интересом можно выбрать автомобиль, часто совсем даже не похожий на то, что хотелось исходно.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были рассмотрены несколько вариантов применения возможностей разрабатываемых в ИППИ РАН технологий Партнерской системы для развития знаний и обучения в процессе постановки и решения плохоформализованных задач. Эти идеи исследовались в основном на задачах, связанных с обучением медицине. Было выяснено, что такого рода игровые по сути подходы к обучению обладают большой привлекательностью для обучаемых и высокой эффективностью, сокращая в разы время, необходимое на реальное овладение сложными медицинскими понятиями. Пока было проделано немного такого рода экспериментов, но они показывают, что применение подобных методов может качественно изменить процесс обучения, сделав его более, заинтересованным, глубоким, напряженным, эффективным и связанным с развитием творческих механизмов обучаемых, что уже явно востребовано на современном этапе развития нашей цивилизации и должно поддерживаться соответствующими технологиями, так как время обучения сегодня сопоставимо или даже превосходит время жизни научных и технологических парадигм. Нам представляется, что технологии Партнерских систем как Усилителей человеческого разума вполне соответствуют этому.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vashchenko E.A., Vitushko M.A., and Pereverzev-Orlov V.S., Potentials of Learning on the Basis of a Partner System, *Pattern Recognition and Image Analysis*, 2004, vol. 14, no. 1.
2. Vashchenko E.A., Vitushko M.A., Gurov N.D., Pereverzev-Orlov V.S., Stenina I.I., Knowledge and Data Cooperation, *Pattern Recognition and Image Analysis*, 1998, vol. 8, no. 2, pp. 25–41

3. Pereverzev-Orlov V., Partner System and Ideas of Pattern Recognition Learning, *Pattern Recognition and Image Analysis*, 1992, vol. 2, no. 4, pp. 429–451.
4. Vashchenko E., Gurov N., Laikov T., Pereverzev-Orlov V., Stenina I., Interactive Tools for Creation and Analysis of Decision Trees, *Pattern Recognition and Image Analysis*, April–June 1996, vol.6, no. 2, pp. 367–368.
5. Pereverzev-Orlov V.S., Stenina I.I., Trunov V.G., Syndrome Analysis of Data, *Pattern Recogn. and Image Anal.*, 1993, vol. 3, no. 4, pp. 500–507.
6. Гащенко А.В., Субъективная кластеризация. Эволюционные процессы на множестве объектов, *Информационные процессы*, 2006, Том 6, № 4, стр. 289–309.
7. Lamba R.L., Vallett D.B., Akmal T., Baldwin K., A computational modeling of student cognitive processes in science education, *Computers & Education*, October 2014, vol. 79, pp. 116–125, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514001651>.
8. Стамблер М., Игровые технологии в гражданских приложениях и образовании, *Теплица социальных технологий*, 12.11.2012, <http://te-st.ru/2012/11/12/gamification-edu-ngo/>.

## Learning in Inventive Games

E.A. Vashchenko, M.A. Vitushko, V.S. Pereverzev-Orlov, and I.I. Stenina

We have already touched the problem of using the possibilities of Partner System technologies not only to help in the solution of complex problems, but also to create a new class of active learning systems, allowing to transform the learning process into a kind of game, when a person acquires new knowledge, inventing them in the process of solving problems of the analysis of precedents under the control of the knowledge base, actively using the technologies and tools of the Partner System.

Something similar to this in recent years began to appear in connection with so-called “gamification” – applying of game component in the learning process and the processes of research.

In doing so a fundamentally important point of differences of our developing approach is the activity of PS including, in particular, its ability to generate hypotheses regarding the searched solutions [1–8].

All this is becoming very actual due to growing needs in the methods of effective learning in the observed today process of accelerated development of science and technologies, for which traditional learning methods are not achieve success absolutely.

**KEYWORDS:** inventive games, knowledge generation by games, games learning technology.