

УДК 004.056.5:004.048

И.Б. Трегубенко

Черкасский государственный технологический университет, Черкассы

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ В ПРОЦЕССАХ ЭВОЛЮЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Предложена технология эволюционного обучения интеллектуальных агентов защиты. Сформулировано новое понимание дискретности процесса обучения с учетом принципа ограниченности жизненного цикла интеллектуального агента. Построена двухмодульная модель интеллектуального агента превентивной активной защиты.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, эволюционное обучение, активная защита.

Анализ и постановка проблемы

В задачах построения систем превентивной активной защиты с использованием средств интеллектуализации [1, 2] наиболее важными и проблематичными являются процессы обучения интеллектуальных модулей, в частности модулей управления, построенных на базе интеллектуальных агентов [3].

Для адаптации интеллектуальных агентов защиты к окружающей среде, наиболее эффективным и надежным представляется метод обучения с подкреплением [4], построенный на базе теории обучения с подкреплением. Теория обучения с подкреплением [5] может рассматриваться как развитие теории адаптивного поведения.

Однако возникают закономерные трудности, в связи со сложностью и многокритериальностью задачи обучения.

Цель. Необходимо предложить методику, понижающую сложность системы обучения, т.е. взаимосвязей и действующих факторов взаимодействия пары интеллектуальный агент – среда обучения, и построить соответствующую модель интеллектуального агента.

Основной материал

Интеллектуальный агент ранее рассматривался автором, как совокупность нейросетевых модулей [4], которые находятся в постоянном взаимодействии с постоянно изменяющейся внешней средой.

Однако такой подход является чисто технологическим, привязанным к конкретной физической реализации и не дает значительного эффекта с точки зрения уменьшения сложности задачи. Безусловно, этот подход будет применяться в дальнейшем, однако на более низких уровнях абстракции процесса обучения.

Рассмотрим более подробно процесс обучения интеллектуального агента. Наиболее значимая проблема организации эффективного и результативного обучения состоит в сложности корректной постановки задачи обучения.

Обучение более сложных систем занимает больше времени, чем обучение более простых систем. Кроме этого на время обучения так же влияет прикладная область, т.е. для выполнения каких именно функций обучаем интеллектуальный агент.

Нельзя рассматривать обучение вне контекста к функциям, которые должна выполнять обучаемая система. Задача создания универсального интеллектуального агента не разрешима, как минимум в обозримом будущем. Задачу обучения невозможно формулировать как задачу универсального обучения “всеми”. Задачу обучения можем рассматривать исключительно в контексте ограничений по определенному набору функций, который должен уметь выполнять обучаемый.

Если принять во внимание, что ставиться задача не обучение “всеми” и без ограничений, то возникает проблема формулировки цели обучения и построение системы критериев, подтверждающих адекватность выполненного процесса обучения.

Кроме того, не стоит забывать, что так называемые самообучающиеся системы бессмысленны и опасны в случае бесконтрольности процесса обучения со стороны внешней среды и/или субъекта обучения.

В процессе обучения интеллектуальных агентов превентивной активной защиты можно выделить три составляющих (рис.1): объект, субъект и среда обучения.

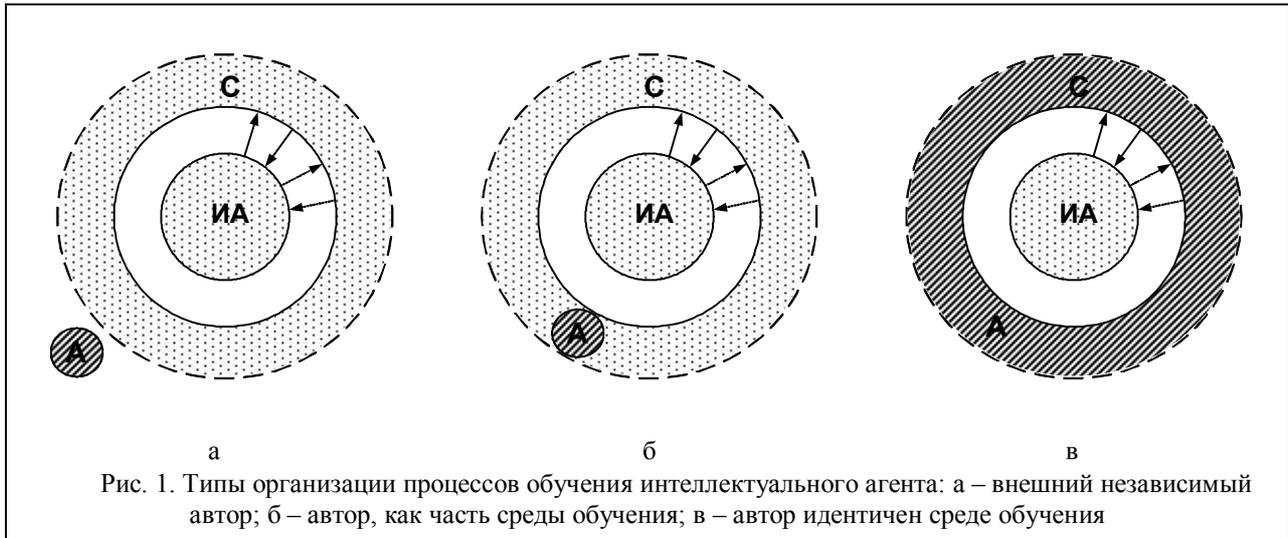
Под объектом обучения понимаем интеллектуальный агент (ИА), который должен пройти обучение.

Под субъектом понимаем автора (А) системы. Без понимания участия и функций составляющей – автор обучающейся системы, т.е. интеллектуального агента, невозможно поставить цели обучения и собственно инициировать сам процесс. Понятно, что автор в свою очередь может иметь сложную структуру. Условно быть отдельным независимым индивидом или объединением, системой как искусственной, так и естественной.

Третья составляющая рассматриваемого процесса – среда обучения (С). В зависимости от соотношения автора и среды обучения, можно выделить три принципиально различных типа организации процессов обучения интеллектуального агента (рис.1.). Вариант а) на рисунке 1 демонстрирует ситуацию, когда среда обучения отделена от автора. Вариант б) на рисунке 1 вторая демонстрирует ситуацию, когда среда обучения содержит в себе автора, либо полностью либо частично. Вариант в) на рисунке 1 представляет ситуацию, когда автор идентичен среде обучения, т.е. по сути среда обучения есть автором. Именно последний вариант

соответствует процессам самообучения интеллектуального агента, в частности превентивной активной защиты.

В области информационных технологий и их программных реализаций видно, что технологические детали организации платформы могут быть различны для одной и той же информационной системы. Очевидным есть факт того что, один и тот же алгоритм может существовать в различных записях, синтаксически и технологически различных. При этом, однако, алгоритм по сути не меняется. По аналогии, отделим понятие интеллекта от конкретной физической реализации обучаемой системы.



Рассмотрим идею эволюционного обучения интеллектуальных агентов защиты более подробно. Современные методы обучения интеллектуальных систем, в частности интеллектуальных агентов, разнообразны, однако обычно привязаны к физическим характеристикам и свойствам объекта обучения и окружающей его среды. В любом случае процесс обучения обычно рассматривается с точки зрения физического строения известной вселенной.

Абстрагируемся от технической платформы и физической реализации интеллектуального агента защиты. Для упрощения задачи, на первом этапе, отбрасываем внутреннюю структуру, конкретные конструктивные решения и ставим задачу представить и описать технологию обучения интеллектуального агента на уровне абстракции.

Если посмотреть на организацию естественно-го мира нам известного, можно утверждать что универсальной интеллектуальной системы не существует. Каждая из интеллектуальных систем находится на определенном уровне сознания и способна выполнять ограниченный набор функций.

Примем за исходное утверждение, что за один жизненный цикл существования интеллектуального агента, он может обучиться определенному ограниченному набору функций и навыков. Тогда, для продолжения обучения, интеллектуальный агент

должен получить новые исходные данные и задачу – новый комплект осваиваемых функций. Таким образом, задача обучения интеллектуального агента, сводится к созданию интерактивного процесса обучения на разных иерархических уровнях функционирования, с учетом необходимости сохранения части знаний и умения выполнять определенные функции при переходе на новый иерархический уровень, с потерей не нужных на следующем уровне свойств и способностей (технологических интерфейсных функций), которые ранее использовались для приобретения знаний и умения выполнять определенные функции, с приобретением новых свойств, способностей (технологических функций) и исходных данных, позволяющих оперировать с новыми навыками в новой среде.

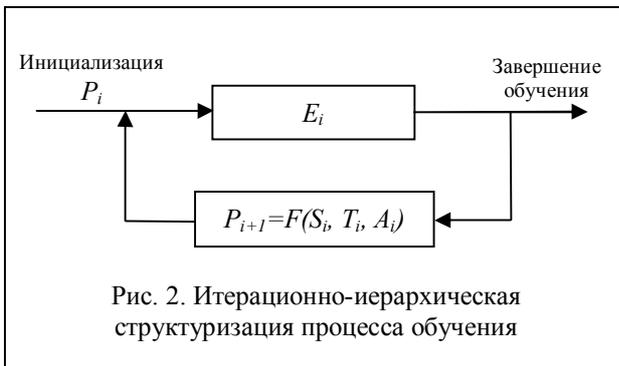
Можно утверждать так же, что жизненный цикл интеллектуального агента защиты, как и любой системы, ограничен и конечен. Безусловно, за ограниченный жизненный цикл интеллектуального агента защиты он может обучиться ограниченному набору функций и приобрести конечный набор знаний.

Следует рассмотреть вопрос увеличения жизненного цикла интеллектуальных агентов, сделав его условно бесконечным. Невозможно построить интеллектуальный агент с одним бесконечным жизненным циклом, т.е. условное бесконечное суще-

ствование невозможно обеспечить на базе ограниченной физической реальности.

Исходя из выше сказанного, проведем упрощение сложности процесса обучения, представив его в виде эволюционного процесса, который состоит из последовательных дискретных вложенных процессов с динамически изменяемыми входящими данными и исходными состояниями.

Процесс обучения интеллектуального агента защиты разделяем на конечные иерархические итерационные этапы (рис.2), в рамках которых будет проходить ограниченный процесс обучения, привязанный к конкретным физическим параметрам среды и ограниченным задачам обучения, что и будет обуславливать конечность эволюционного этапа обучения на данном итерационно-иерархическом уровне.



За эволюционный этап обучения принимаем цепочку: инициализация – обучение – завершение обучения.

Во время первой процедуры инициализации, проводится моделирование первого эволюционного этапа, определяются задачи обучения, формируются текущие технологии адаптации к физической среде. Далее запускается процесс обучения, т.е. в общем случае выполняется i -ый эволюционный этап обучения (E_i). На этой стадии вполне применимы технологии обучения с подтверждением [4].

После окончания текущего i -ого эволюционного этапа обучения (E_i) предусматривается три основные процедуры:

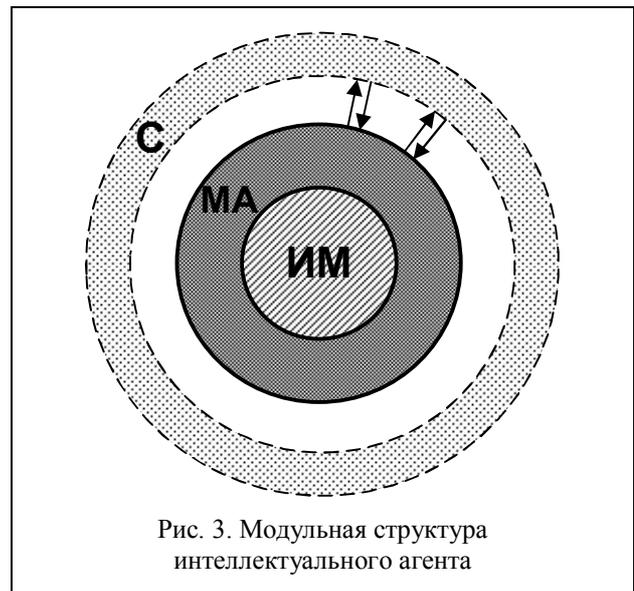
1. Сохранение результатов (S_i) обучения интеллектуального агента, т.е. оптимизацию и сохранность полученных в результате обучения знаний в независимой от среды и физ. платформы форме.

2. Отбрасывания ненужных технических данных и служебных функций (T_i), с помощью которых происходила адаптация системы под конкретную физическую реализацию и конкретные задачи конкретного этапа обучения.

3. Анализ (A_i), т.е. оценка соответствия результатов обучения поставленным целям, принятие решения о переходе на следующий уровень обучения, с возможностью интерактивного моделирования этого уровня, постановкой новых задач на обучение и формированием текущих технологий адаптации к

новой физической среде. Следует обратить внимание, что следующим уровнем может быть выбран, как и новый $i+1$ -ый эволюционный этап, так и текущий i -ый этап, что будет соответствовать повторному обучению. В общем случае следующим уровнем, на котором будет проводиться обучение интеллектуального агента, может быть выбран любой иерархический уровень.

Построим модель интеллектуального агента превентивной активной защиты с учетом рассмотренных выше технологий эволюционного обучения. Интеллектуальный агент представим в виде двух принципиально различных составляющих – интеллектуальный модуль и модуль адаптации к физической среде (рис. 3).



Интеллектуальный модуль (ИМ) – надстройка – собственно и является сутью системы и самой системой в нашем понимании, время существования которой в принципе неограниченно.

Модуль адаптации (МА) – обеспечивает функционирование надстройки в текущих физических реалиях. Время существования и модификации нижнего модуля определяется физическими свойствами окружающей среды и/или выполнением задач обучения на конкретном эволюционном этапе.

Выполним формализацию задачи обучения интеллектуального агента на i -ом эволюционном этапе итерационно-иерархического процесса обучения.

Во время процедуры инициализации на i -ом эволюционном этапе выполняется дискретизация задач обучения, определяется конечный набор функций, которые должен освоить интеллектуальный агент. Таким образом, на i -ом эволюционном этапе интеллектуальный агент должен выполнить M процессов обучения. Интеллектуальному агенту выделяется соответствующее множество ресурсов R^i для выполнения каждого процесса на i -ом эволюционном этапе обучения:

$$R^i = \sum_{k=1}^M r_k^i$$

Для выполнения одного k -ого процесса обучения необходимо освоить ограниченное количество N_k^i ресурсов. Условие выполненного процесса обучения, возможно определить через условие полного освоения выделенного ресурса R^i на i -ом эволюционном этапе обучения:

$$\sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^{N_k^i} r_{kj}^i N_k^i = R^i \quad (1)$$

где r_{jk}^i - количество j -ого ресурса переработанного k -им процессом обучения,

Целевая функция обучения на i -ом эволюционном этапе обучения может быть представлена в виде:

$$F^i = \sum_{k=1}^M \sum_{j=1}^{N_k^i} z_{kj}^i N_k^i + \sum_{k=1}^M \phi_k^i(N_k^i, N_k^i) \quad (2)$$

где z_{kj}^i - затраты j -го ресурса на k -м процессе i -го эволюционного этапа обучения интеллектуального агента.

Понятно, что N_k^i всегда меньше чем N_k^{i-1} - максимально возможное количество реализованных процессов обучения интеллектуального агента, т.е. освоенных ресурсов на i -ом эволюционном этапе.

ϕ_k^i - штрафная функция, за отклонения количества выполненных процессов обучения от максимально возможного количества выполненных процессов обучения на i -м эволюционном этапе.

Таким образом, задача обучения интеллектуального агента превентивной активной защиты на i -ом эволюционном этапе может быть сформулирована следующим образом: минимизировать целевую функцию (2) при выполнении ограничения (1).

Выводы

Организация процессов обучения интеллектуальных агентов активной защиты на базе эволюционных методов может повысить эффективность

обучения, и как следствие увеличить надежность превентивных систем защиты.

Построена модель интеллектуального обучения на базе двух взаимосвязанных модулей, имеющих различные свойства и жизненный цикл. Разработана идея и методология эволюционного обучения интеллектуальных агентов защиты. Предложено развивать эволюционные методы обучения для построения и организации процессов обучения интеллектуальных агентов в системах превентивной активной защиты.

Список литературы

1. Трегубенко И.Б. Концепция превентивной активной защиты с использованием средств интеллектуализации. // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Том 2. - Херсон: ХНТУ, 2010. - 590 с. - С. 542-543
2. Трегубенко И.Б. Побудова систем превентивного активного захисту на базі інтелектуальних агентів. // Системи обробки інформації. - 2010. - Вип. 03 (84). - С. 164 - 165. - Укр.
3. Трегубенко И.Б. Концепція інтелектуального управління в складних розподілених системах. // Матеріали ІХ міжнародної наукової конференції ім.Т.А.Таран „Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ-2009” - К. : ПРОСВІТА, 2009. - 464 с.:ил - С. 391-393
4. Tregubenko I.B. Reinforcement learning intellectual agent of protection for adapting to surrounding environment // SIN'10: Proceedings of the 3rd international conference on Security of information and networks/ - ACM New York, NY, USA ©2010 - pp: 110-112. ISBN: 978-1-4503-0234-0 DOI=10.1145/1854099.1854122 <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1854099.1854122&coll=D&L&dl=GUIDE&CFID=87567568&CFTOKEN=25740824>.
5. Richard S. Sutton , Andrew G. Barto, Introduction to Reinforcement Learning, 1st edition, MIT Press, Cambridge, MA, USA ©1998 P.342. ISBN: 0262193981 <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=551283&CFID=87567568&CFTOKEN=25740824>

Поступила в редколлегию 15.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Рудницький, Черкасский государственный технологический университет, Черкассы.

МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА АКТИВНОГО ЗАХИСТУ В ПРОЦЕССАХ ЭВОЛЮЦИОННОГО НАВЧАННЯ

І.Б. Трегубенко

Запропонована технологія еволюційного навчання інтелектуальних агентів захисту. Сформульовано нове розуміння дискретності процесу навчання з врахуванням принципу обмеженості життєвого циклу інтелектуального агента. Побудована двох-модульна модель інтелектуального агента превентивного активного захисту.

Ключові слова: інтелектуальний агент, еволюційне навчання, активний захист.

MODEL OF INTELLECTUAL AGENT OF ACTIVE PROTECTION IS IN THE PROCESSES OF THE EVOLUTIONAL LEARNING

I.B. Tregubenko

Technology of the evolutionary learning of intellectual agents of defence is offered. The new understanding of discreteness of process of teaching taking into account principle of narrow-mindedness of life cycle of intellectual agent is formulated. The two-module model of intellectual agent of preventive active defence is built.

Keywords: intellectual agent, evolutionary teaching, active defence.