УДК 004.49.5

А.А. Смирнов, А.К. Дидык, А.Н. Дреев, С.А. Смирнов

Кировоградский национальный технический университет, Кировоград

МОДЕЛИ СИСТЕМЫ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ЭКСПЕРТОВ БЕЗОПАСНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В ОБЛАЧНЫХ АНТИВИРУСНЫХ СИСТЕМАХ

Данная статья посвящена разработке модели системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации. Особенностью разработанной системы нейросетевых экспертов является комплексность использования нейронных сетей типа АРТ и многослойного персептрона для решения задачи безопасной маршрутизации, что позволит повысить точность принятия правильного решения о несанкционированном доступе к волоконно-оптическим линиям связи.

Ключевые слова: *информационно-телекоммуникационные сети, облачные антивирусы.*

Постановка проблемы исследования

Авторами предложен метод безопасной маршрутизации метаданных в облачные антивирусные системы. Основными составляющими метода являются:

– алгоритмы формирования множества маршрутов передачи метаданных;

– способ контроля линий связи ТКС;

– модели системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации.

Данная статья посвящена разработке модели системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации. Особенностью разработанной системы нейросетевых экспертов является комплексность использования нейронных сетей типа АРТ и многослойного персептрона для решения задачи безопасной маршрутизации, что позволит повысить точность принятия правильного решения о несанкционированном доступе к волоконно-оптическим линиям связи. Проведенные исследования показали, что при решении сложных задач может возникнуть ситуация, когда попытки получить приемлемое решение или необходимое качество аппроксимирующей зависимости, даже при использовании различных алгоритмов, параллельно обрабатывающих и решающих одну и ту же задачу, не дают результатов [1 – 15]. В этом случае объединение нескольких алгоритмов в композицию позволяет решить поставленную задачу.

При решении задач с помощью нейросетевых методов, построенных на применении нескольких нейронных сетей – ансамблей, входные данные обрабатываются с помощью множества (системы) нейросетевых экспертов – совокупности нейронных сетей различной архитектуры с механизмом объединения решений.

Общая структура разрабатываемой системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации представлена на рис. 1.

Для нормального функционирования системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации необходимо подготовить и систематизировать данные, на основе которых производится обучение его отдельных нейросетевых компонентов. Для решения этой задачи блок формирования обучающей и тестовой выборки формирует данные для обучения нейронной сети, упорядочивает и организует с целью обеспечения возможности их дальнейшей обработки с помощью нейросетевых технологий.

Этот этап работы алгоритма является одним из наиболее важных, так как позволяет реализовать в совокупности нейронных сетей способность к обобщению. Входные данные, необходимые для выполнения своих функций данным блоком, и способ их получения для формирования обучающего и тестового множества ассоциативной машины формируются в соответствии с принципам, приведенными в [1 – 15].

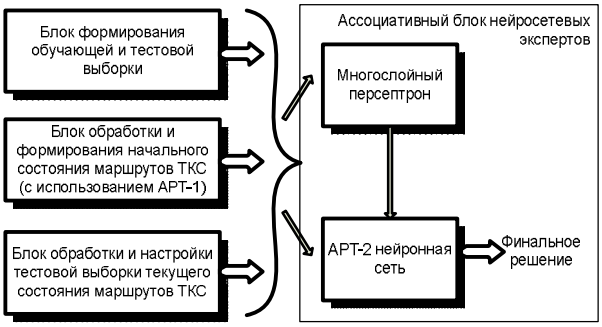

Рис. 1. Общая структура системы нейросетевых экспертов безопасной маршрутизации

Блок обработки и формирования начального состояния маршрутов ТКС формирует значения параметров всей системы перед началом её обучения. Если настраиваемые переменные обучаемой системы инициализировать таким образом, чтобы они были приближены к оптимальным значениям, то процедура обучения будет сведена к «подстрой-

ке» модели. Синтез оптимального алгоритма инициализации значительно сократит время обучения нейросетевых экспертов.

Проведенный анализ литературы [7, 8] показал, что для решения этой задачи целесообразно воспользоваться результатами работы [8], в которой в качестве алгоритма начальной установки параметров был предложен кооперативный иммунный алгоритм с генерацией решений на основе процедуры генетического поиска с использованием нейронной сети АРТ-1.

Так как нейронные сети типа АРТ относятся к классам сетей, обладающих свойствами пластичности и стабильности, в общую структуру блока нейросетевых экспертов целесообразно включить блок обработки и настройки тестовой выборки текущего состояния маршрутов ТКС, который выполняет адаптацию компонентов нейронной сети для решения поставленной задачи. В работе процедура обучения осуществлялась для всех нейронных сетей по алгоритмам, адаптированным к их архитектурам.

Система обработки и формирования начального состояния маршрутов ТКС

Для нормального функционирования блока нейросетевых экспертов необходимо сформировать их начальные состояния, выраженные предварительной установкой весовых коэффициентов нейронных сетей. В связи с этим необходимо использовать принципы оптимизации на основе кооперативной коэволюции с несколькими популяциями [7, 8], учитывающими совместное функционирование нейронных сетей. Как было указано ранее для решения поставленной задачи целесообразно использовать иммунный алгоритм оптимизации, построенный на основе принципов иммунитета живых организмов, предложенный в работе [8]. Предполагаемые веса нейронных сетей кодируются в антителах, образующих популяцию. В качестве антигена рассматривается задача инициализации начального состояния экспертов. В качестве популяции антигенов выступает область всех возможных значений векторов весов и порогов нейронов. Каждое антитело кодирует векторы весовых коэффициентов и пороги нейронов. Пример возможного кодирования показан на рис. 2.

Под кодирование каждого параметра весового коэффициента отводится 20 бит данных. Антитело имеет разрядность кратную 20 битам и в нём закодированы все весовые коэффициенты нейросетевого эксперта. В нейронную сеть последовательно подставляются параметры, закодированные в каждом из антител популяции. Вычисляется ошибка обучения для каждого антитела.

При обмене антителами из популяций удаляется часть антител, также это происходит и после применения оператора мутации, т.к. для получения правильного куба из антител необходимо выполнять их клонирование для получения нужного количества. Простое удаление худших антител может привести к удалению определённой части данных, что приводит к неэффективному функционированию алгоритма обучения и увеличению времени на поиск оптимального решения. Для того чтобы сохранить информацию, накопленную в антителах, был использован адаптивный метод кластеризации по структуре основанный на применении нейронной сети АРТ-1 [8].

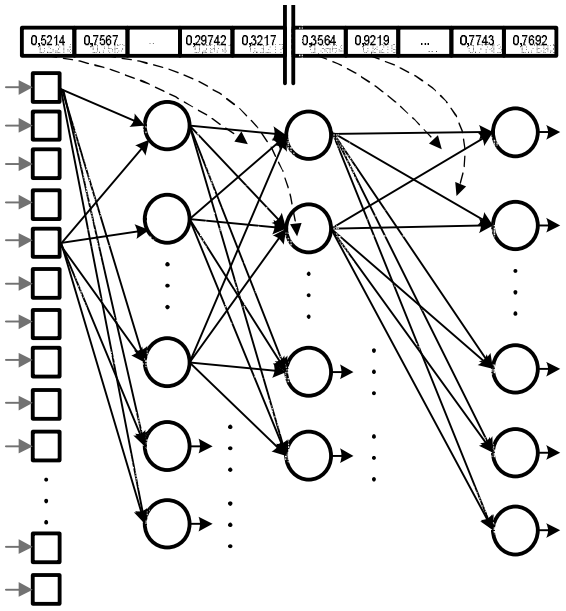

Рис. 2. Пример возможного кодирования при настройке нейронной сети

Сеть обучается без учителя и реализует простой алгоритм кластеризации. В соответствии с этим алгоритмом первое антитело считается образцом первого кластера. Следующее антитело сравнивается с образцом первого кластера. Антитело принадлежит первому кластеру, если расстояние до образца первого кластера меньше порога. В противном случае, второе антитело — образец второго кластера. Этот процесс повторяется для всех следующих антител. После того, как вся популяция антител будет разбита на кластеры, вычисляется средняя аффинность каждого кластера. Антитела сначала удаляются их худшего кластера и далее из всех кластеров по порядку в порядке аффинности. Это позволяет сохранить разнообразную структуру антител [8].

В результате, для каждого нейросетевого эксперта создаётся отдельный комплекс популяций антител, внутри каждой популяции производится развитие антител, мутация и удаление. После изменения решений иммунными операторами производится запуск механизма миграций. При проверке эксперта производится удаление тех антител из популяции, которые не удовлетворяют критериям

функционирования нейросетевой ассоциативной машины. Даже если в антителе закодировано лучшее решение для конкретного эксперта, а на уровне ассоциативной машины оно показало неудовлетворительный результат, то оно будет удалено [7, 8].

Разработка ассоциативного блока нейросетевых экспертов

Анализ литературы, а также проведенные исследования показали возможности использования модели АРТ-2 Гроссберга-Карпентера [7, 8] для решения задач классификации, кластеризации и распознавания аномального состояния линий связи ТКС, т.к. эта модель совмещает в себе свойства пластичности и стабильности, а также не требует достаточно больших априорных знаний.

Однако, эта модель имеет и существенные недостаток. Она предполагает использование всего одного слоя нейронов (не считая входного, ассоциированного с сенсорами). Это приводит к тому, что нейронная сеть работает только с метрикой первичных признаков и вычисляет расстояние между образами, используя обычно евклидово расстояние.

Данный факт, в условиях имеющихся различий в текущих метриках характеристик линий связи ТКС, может привести к значительных неточностям при определении аномалий на маршрутах передачи метаданных в облачных антивирусных системах.

Поэтому в работе для повышения точности и обеспечения инвариантности определения аномалий в линиях связи предлагается использовать многослойные персептроны, формирующих на промежуточных слоях в процессе обучения вторичные признаки.

Можно отметить, что в персептронах каждый слой обеспечивает преобразование одной метрики образов в другую. В такой комбинированной модели первые несколько слоев нейронов организованы как персептрон прямого распространения, выходы которого являются входами модели АРТ-2. Персептрон обеспечивает преобразование метрики первичных признаков в метрику вторичных признаков в пространстве значительно меньшей размерности. Нейронная сеть АРТ-2 распознает отклонения в характеристиках линий связи по вторичным признакам.

Функционирование предлагаемой в работе модели описывается алгоритмом, структурная схема которого представлена на рис. 3.

Следует уточнить, что в шагах 10-13 если расстояние для нейрона-победителя меньше R, то в модели АРТ-2 для нейрона-победителя пересчитываются веса связей, приближая центр кластера к входному распознанному вектору модели АРТ-2 с учетом количества распознанных ранее векторов этого кластера (чем их было больше, тем меньше изменение весов нейрона- победителя).

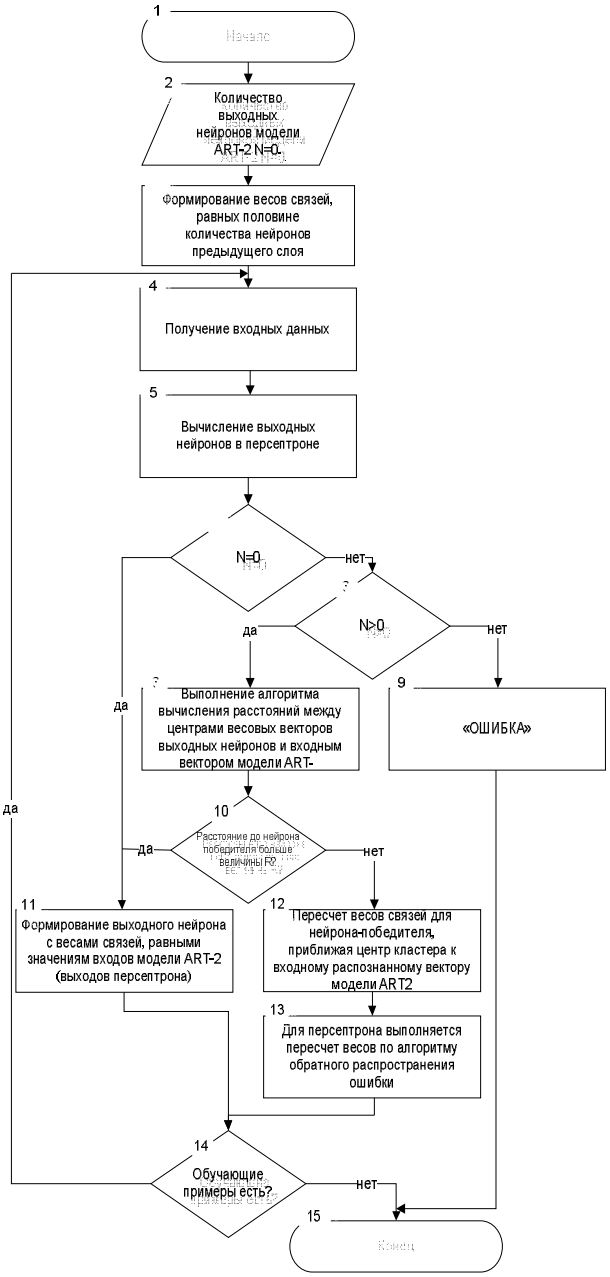

Рис. 3. Структурная схема алгоритма функционирования ассоциативного блока нейросетевых экспертов

Для персептрона выполняется пересчет весов по алгоритму обратного распространения ошибки [8-10]. При этом выходным эталонным вектором считается новый вектор весов выходного нейрона победителя модели АРТ-2, и количество итераций может быть небольшим (в частности, может быть всего одна итерация). Таким образом, разработана модель системы нейросетевых экспертов, отличающаяся от известных комплексным использованием нейронных сетей различного типа и конфигурации. Это позволило синхронизировать работу ассоциативного блока нейросетевых экспертов и повысить точность принятия решения об аномальности характеристик оптоволоконных линий связи.

Выводы

Таким образом, для повышения точности принятия решений о возможных атаках несанкционированного доступа к ВОЛС и решения в целом задачи безопасной маршрутизации разработана модель системы нейросетевых экспертов, отличающаяся от известных комплексным использованием нейронных сетей различного типа и конфигурации. Данный механизм производит интеграцию знаний, накопленных экспертами, в общее решение, которое имеет приоритет над каждым решением отдельного эксперта. При этом решения экспертов, полученные на основе обработки данных, связанных с безопасной маршрутизацией, позволяют повысить точность принятия правильного решения о несанкционированном доступе на маршруте передачи метаданных.

Список литературы

1. Narvfiez P. New Dynamic Algorithms for Shortest Path Tree Computation / P. Narvfiez, Kai-Yeung Siu, Hong-Yi Tzeng // IEEE/ACM Transactions on networking, vol. 8, no. 6, december 2000 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://akira.ruc.dk/~keld/teaching/algoritmedesign_f08/Artikler/07/Narvaez00.pdf.

2. Партыка С.А. Метод ускоренной коррекции SPT с использованием динамических алгоритмов [Электронный ресурс] / С.А. Партыка. – Режим доступа: http://openarchive.nure.ua/bitstream/123456789/936/1/ASU_158_2012%20%2842-47%29.pdf.

3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высш. шк., 2004. – 479 с.

4. Семенов С.Г. Защита данных в компьютеризированных управляющих системах / С.Г. Семенов, В.В. Давыдов, С.Ю. Гавриленко. – LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG (Саарбрюккен, Германия), 2014. – 236 с.

5. Манько А. Защита информации в волоконно-оптических линиях связи от несанкционированного доступа / А.Манько, В. Котюк, М. Задорожний // Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2001. – Вип. 2. – С. 249-255.

6. Все об оптоволокне (подборка из статей) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pst-proekt.ru/tech/vse_ob_optovolokne.pdf.

7. Лавренков Ю.Н. Разработка алгоритма адаптивной маршрутизации на основе нейронечеткого иммунного подхода / Ю.Н Лавренков, Л.Г. Комарцова // Сборник трудов десятого международного симпозиума «Интеллектуальные системы». – М., 2012. – С. 272 -276.

8. Обзор научно-техн. литературы по АРТ-методам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://fullref.ru/job_7d20c5db5ea838ce3ad648ed743a4630.html.

9. Сравнительные исследования математических моделей технологии распространения компьютерных вирусов в информационно-телекоммуникационных сетях / Мохамад Абу Таам Гани, А.А. Смирнов, А.В. Коваленко, С.А. Смирнов // Системи обробки інформації. – Вип. 9(125). – Х.: ХУПС, 2014. – С. 105-110.

10. Математическая модель интеллектуального узла коммутации с обслуживанием информационных пакетов различного приоритета / Мохамад Абу Таам Гани, А.А. Смирнов, Н.С. Якименко, С.А. Смирнов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Вип. 4 (41). – Х.: ХУПС, 2014. – С.48-52.

11. Исследование показателей качества функционирования интеллектуальных узлов коммутации в телекоммуникационных системах и сетях / Мохамад Абу Таам Гани, А.А. Смирнов, Н.С. Якименко, С.А. Смирнов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – № 4(17). – Х.: ХУПС, 2014. – С. 90-95.

12. Смирнов С.А. Усовершенствованный алгоритм управления доступом к «облачным» телекоммуникационным ресурсам / Мохамад Абу Таам Гани, А.А. Смирнов, Н.С. Якименко, С.А. Смирнов // Системи обробки інформації. – Випуск 1(126). – Х.: ХУПС, 2015. – С. 150-15

13. Smirnov S.A. Method of controlling access to intellectual switching nodes of telecommunication networks and systems / A.A. Smirnov, Mohamad Abou Taam, S.A. Smirnov // Int. Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Vol. 5, Issue 5. – India. Delhi, 2015. – P. 1-7.

14. Смирнов С.А. Анализ и исследование методов управления сетевыми ресурсами для обеспечения антивирусной защиты данных / Мохамад Абу Таам Гани, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Системи озброєння і військова техніка. – № 3(43) – Х.: ХУПС, 2015. – С. 100-107.

15. Мохамад Абу Таам Гани. Исследование эффективности метода управления доступом к облачным антивирусным телекоммуникационным ресурсам / Мохамад Абу Таам Гани, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – № 3(20). – Х.: ХУПС, 2015. – С. 134-141.

Поступила в редколлегию 29.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, ст. научн. сотр. С.Г. Семенов, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

МОДЕЛІ СИСТЕМИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ЕКСПЕРТІВ БЕЗПЕЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ В ХМАРНИХ АНТИВІРУСНИХ СИСТЕМАХ

О.А. Смірнов, А.К. Дідик, А.М. Дрєєв, С.А. Смірнов

Дана стаття присвячена розробці моделі системи нейромережевих експертів безпечної маршрутизації. Особливістю розробленої системи нейромережевих експертів є комплексність використання нейронних мереж типу АРТ і багатошарового персептрона для вирішення завдання безпечної маршрутизації, що дозволить підвищити точність прийняття правильного рішення про несанкціонований доступ до волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Ключові слова: *інформаційно-телекомунікаційні мережі, хмарні антивіруси.*

NEURAL NETWORK MODEL OF EXPERTS SAFE ROUTE IN CLOUD ANTIVIRUS SYSTEM

A.A. Smirnov, A.K. Didyk, A.N. Dreyev, S.A. Smirnov

This article is devoted to the development of neural network experts secure routing model. Specially designed neural network expert system is the integrated use of neural networks such as multilayer perceptron and ART solutions for secure routing problem, which will improve the accuracy of making the right decision about unauthorized access to the fiber-optic communication lines.

Keywords: *information and communication networks, cloud antivirus.*