



8. Patents Images Retrieval and Convolutional Neural Network Training Dataset Quality Improvement [Электронный ресурс] / Proceedings of the IV International research conference «Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine» (ITSMSSM 2017); ed. by O.G. Berestneva, A.G Kravets, N. Lebedev, M. Legenchenko; [Published by Atlantis Press], 2017. – P. 287-293. – (Ser. Advances in Computer Science Research (ACSR) ; Vol. 72). – URL: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/itsmssm-17>.

9. The Study of Neural Networks Effective Architectures for Patents Images Processing [Text]: Creativity in Intelligent Technologies and Data Science (CIT&DS 2019) : Third Conference (Volgograd, Russia, September 16–19, 2019 : Proceedings. Part II / [Editors: A. Kravets, P. Groumpos, M. Shcherbakov, M. Kultsova].– Volgograd State Technical University [et al.]. – Cham (Switzerland) : Springer Nature Switzerland AG, 2019. – P. 27-41. – (Ser. Communications in Computer and Information Science (CCIS) ; Volume 1084).

10. The Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark / University of California, Berkeley. – Режим доступа: <https://www2.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/>.

А.В. Головастикова, К.Е. Климентьев

## ЗАДАЧА МОДЕЛИРОВАНИЯ «УМНОГО» КОМПЬЮТЕРНОГО КОНТРАГЕНТА

(Самарский университет)

**Введение.** В Самарском университете силами преподавателей и студентов продолжается разработка, отладка и тестирование инструментальной среды, предназначенной для имитационного моделирования процессов размножения и взаимодействия популяций самовоспроизводящихся сущностей, таких как компьютерные вирусы и черви, болезнетворные микроорганизмы, пожары и т.п. – см. работу [1]. Моделью отдельной сущности при этом является «агент» – автономный программный модуль, обладающий набором свойств (атрибутов) и алгоритмов поведения (методов, протоколов). Эти свойства и алгоритмы могут быть не только жестко фиксированными на этапе разработки, но и самообучаемыми под конкретную ситуацию в процессе имитации. Это возможно благодаря внутренней организации инструментальной среды, состоящей из: 1) исполняющей среды («движка»); 2) библиотеки агентов; 2) генератора «мира», в котором «живут» агенты (см. рис. 1).

При этом «агенты» могут быть оформлены в виде довольно сложных программных модулей, использующих методы искусственного интеллекта – генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети, системы продукций и прочее.

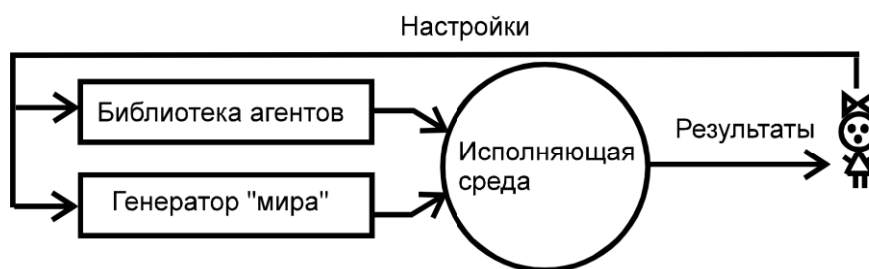
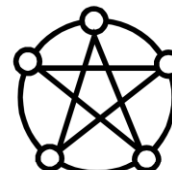
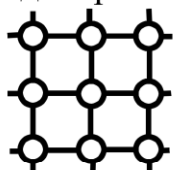


Рис. 1. – Структура моделирующей системы

**Постановка задачи.** Настоящая статья посвящена описанию и анализу ряда простых моделей, предполагаемых к реализации средствами упомянутой выше среды моделирования.



- а) «Мир» типа «8-связная решетка»      б) «Мир» типа «полносвязный граф»

Рис. 2. Графовые представления «миров»

**Модель 1.** Волки и овцы на лугу в рамках сценария «хищник-жертва». Эта модель подробно описана в работе [3], поэтому здесь приводится лишь краткое ее описание.

«Мир» этой модели представляет собой «закольцованную плоскость», то есть, в терминах работы [1], граф типа «8-связная решетка» (см. рис. 2,а).

В рамках модели действуют агенты трех типов: 1) волки (хищники); 2) овцы (травоядные); 3) растения. В одной вершине графа могут находиться сразу несколько агентов, при этом они могут взаимодействовать, а именно: 1) волк может съесть овцу; 2) овца может съесть растение. При поедании у агента (волка или овцы) повышается внутренняя энергия («потенция»), при достижении которой порогового значения автоматически (то есть вне зависимости от окружающих условий) происходит «деление» агента на две идентичные особи, обладающие 50% порогового значения «потенции» каждая.

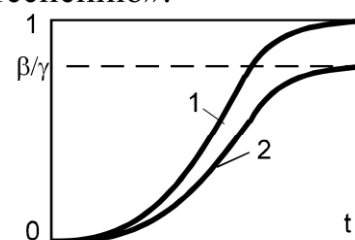
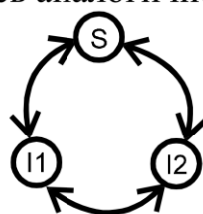
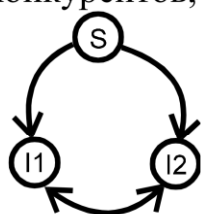
Кроме того, агенты способны выполнять еще два действия: 1) поворот в пространстве направо или налево; 2) перемещение в направлении взгляда.

Модель предусматривает наличие внутри каждого агента простой нейронной сети типа «персептрон» (см., например, [4]) без скрытых слоев с 12 входами типа: «овца рядом», «растение впереди», «хищник справа» и т.п. и 4 выходами, на которых по принципу «победитель получает все» формируется признак рекомендуемого действия, а именно: поворот направо или налево, перемещение, поедание. Гибнущие особи теряют состояние своих синапсов, выжившие и размножившиеся сохраняют и, более того, продолжают обучение. Таким образом, в процессе моделирования агенты обучаются целесообразному поведению с целью выживания.



В работе [3] приводятся исходные тексты моделирующей программы и результаты некоторых экспериментов. Воспроизведение данной модели средствами моделирующей среды [1] служит целям ее (среды) отладки и тестирования.

**Эпидемии SIS-типа.** Под «SIS-эпидемией» понимаются процессы размножения и простой конкуренции сущностей различных типов. То есть, сущности одного типа, захватывая жизненное пространство, «вытесняют» своих конкурентов, сами подвергаясь аналогичному «вытеснению».



а) Смена состояний, вар. 1 б) Смена состояний, вар. 2 в) Развитие эпидемий  
Рис. 3. Свойства эпидемий SI- и SIS-типов

При этом возможны переходы из состояния S (уязвимый) в состояния I1 (инфицирован сущностью 1-го типа) или I2 (инфицирован сущностью 2-го типа), а также переходы из I1 в I2 и наоборот (см. рис. 3,а). Теория эпидемий подобного типа (см., например, работу [2]) показывает, что в отличие от эпидемий SI-типа (см. кривую 1 на рис. 3, в) полного заполнения пространства сущностями одного типа не происходит, а достигается некоторое равновесное состояние (эквilibrium) на уровне  $\rho = \beta/\gamma$ , где  $\beta$  и  $\gamma$  – суть коэффициенты размножения сущностей 1-го и 2-го типов соответственно (см. кривую 2 на рис. 3, в). Примером развития эпидемии по SIS-типу является противостояние в Интернете компьютерных червей Bagle и Netsky в 2004 г.

**Концепция компьютерного контрчервя.** Контрчервь – «полезная» антивирусная программа, обладающая свойством саморазмножения, подобно «вредоносному» червю. Вопросы эффективности подобных программ и законности их применения до сих пор спорны. Примеры практического применения контрчервей (например, борьба контрчервя Welchia с червем Lovesan – см. [2]) не дают однозначного ответа. Однако, очевидно, что эффективность «полезного» контрчервя может быть обеспечена только при наличии у него некоторого исключительного свойства, обеспечивающего решающее преимущество. Примеры подобных свойств: повышенная скорость распространения; способность «вакцинировать» (делать «неуязвимыми») узлы сети; собственная «неуязвимость»; способность «прицельно» воздействовать только на зараженные узлы, игнорируя остальные и т.п.

**Модель 2.** Самообучающийся контрчервь в вычислительной сети.

«Мир» этой модели соответствует адресному пространству сети Интернет и представляет собой граф типа «каждый с каждым» (см. рис. 2,б).

В рамках этой модели действуют «агенты» двух типов.



«Вредоносный» червь сканирует адресное пространство случайным образом и, встретив свободный узел или узел, в котором размещен контрчервь, «заражает» его, размещая в нем свою копию, также способную к сканированию и размножению. Единственным ограничивающим фактором является заполнение доступного пространства, в результате чего эпидемия протекает в соответствии с законами SI-модели (см. рис. 3,в, кривая 1).

«Полезный» контрчервь сканирует адресное пространство случайным образом и: 1) встретив свободный узел, либо «заражает» его, либо пропускает; 2) встретив узел, зараженный «вредоносным» червем, либо очищает его, либо заражает своей копией; 3) встретив узел, зараженный «полезным» контрчервем, либо очищает его, либо пропускает. Важно, что узлы, зараженные «полезным» контрчервем, уязвимы к заражению «вредоносным» червем. Возможные переходы между состояниями в рамках этой модели показаны на рис. 3,б.

В описанный варианте модели «полезный» контрчервь не имеет решающих преимуществ над «вредоносным» червем, поэтому, как показано в работе [5], их взаимодействие будет протекать в рамках классической SIS-модели (см. рис. 3,в, кривая 2).

В качестве «волшебного» свойства предлагается включение в сеть неуязвимого в заражению узла—«приманки» (англ. honeypot – медовый горшочек), который подсчитывает количество попыток заразить его червями и контрчервями. В процессе работы экземпляры контрчервя способны получать информацию от «приманки» и, таким образом, оценивая степень зараженности сети «противниками»-червями и «коллегами»-контрчервями, корректировать свое поведение.

Модель предусматривает наличие внутри каждого агента простой нейронной сети типа «персептрон» без скрытых слоев с 5 входами, предполагаемая структура которой проиллюстрирована на рис. 4. Перед началом моделирования во все синапсы искусственных нейронных сетей для всех агентов типа «контрчервь» помещаются случайные значения. Как предполагается, в процессе моделирования будут «выживать» только агенты, демонстрирующие рациональное поведение.

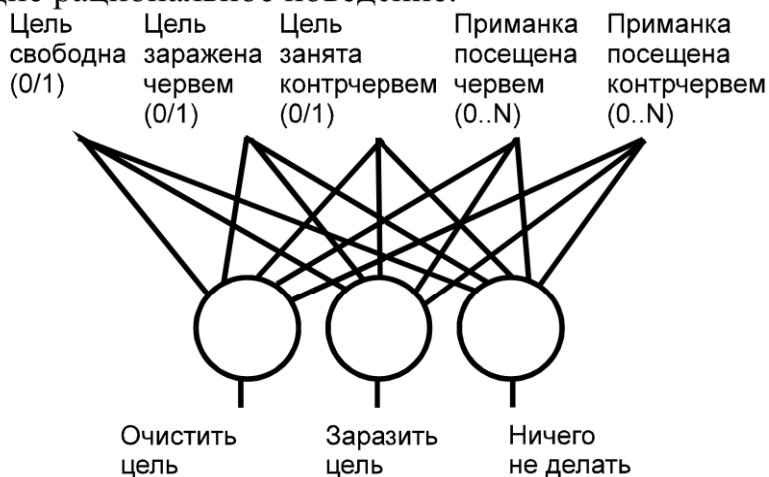


Рис. 4. Предполагаемая структура нейронной сети



**Заключение.** Таким образом, в работе поставлена и частично решена задача моделирования самообучающегося компьютерного контрчервя. Представлена концепция такого контрчервя. Также предложена идея расположенной в сети следящей «приманки», служащей для популяции «полезных» контрчервей дополнительным фактором «быстрого» и «правильного» обучения. Предполагаются реализация и изучение модели, использующей эти концепции и идеи, в рамках студенческих НИР, а также при выполнении ВКР бакалавра и магистра на кафедре ИСТ Самарского университета.

### Литература

1. Климентьев К.Е. Мультиагентное моделирование процессов распространения и взаимодействия инфицирующих сущностей // Программные продукты и системы, 2018. Т.31. №1. – С. 72-77.
2. Климентьев К.Е. Компьютерные вирусы и антивирусы: взгляд программиста. – М.: ДМК-Пресс, 2013. – 656 с.
3. Джонс Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. – М.: ДМК-Пресс, 2006. – 312 с.
4. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – М.: Изд. дом. «Вильямс», 2003. – 288 с.
5. Tanachaiwiwat S., Helmy A. Analysis of worm interaction: in wired and wireless networks. - VDM Verlag Book, 2009 – 136 pp.

О.К. Головнин, К.О. Балашов

## ПОСТРОЕНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ АНАЛИЗА НАРУЖНЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ

(Самарский университет)

Многие наружные морфологические характеристики живых организмов и, в частности, медоносных пчел, могут быть оценены визуально – по видеозаписи или фотографии. Автоматизация осмотра может быть достигнута за счет использования нейросетевых технологий, которые показывают хороший уровень развития для решения задач извлечений знаний из потоковых источников данных [1-3]. Реализация нейросетевого подхода обеспечит автоматизацию осмотра улья без нарушения рабочего процесса пчел, что позволит повысить качество проводимого осмотра и сократить его время.

Таким образом, цель работы – построение сверточной нейронной сети для анализа наружных морфологических характеристик медоносных пчел в задаче контроля состояния здоровья пчел.