

# Воспитание симбиотического поведения аниматов методами нейроэволюции

Таисия Кузнецова, Вадим Кузнецов

*Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет  
(Россия, Волгоград)*

*taskva@list.ru*

## Введение

Работа выполнена на стыке направлений Artificial Life и NeuroEvolution.

В виртуальной мультиагентной среде обитания исследовались условия, побуждающие агентов с простейшей нервной системой проявлять способности к альтруизму и кооперации в процессе решения ими задач на выживание.

В эволюции участвовали два вида агентов: «хищники» и «жертвы». Используя групповой отбор, удалось добиться, чтобы агенты-«хищники» сначала научились охотиться, а затем и кормить своих «жертв», принося им еду из недоступных для них областей полигона

Каждый агент управлялся усложняющейся от поколения к поколению нейросетью, архитектура которой формировалась в ходе эволюции.

## Среда обитания

Эксперименты выполнялись на полигоне, представляющем собой замкнутую в топ плоскость из примерно миллиона ячеек.

Время в среде также дискретно и состоит из тактов, в котором каждому агенту предоставляется возможность продумать и выполнить элементарные действия, а среде обитания внести в свое состояние связанные с этим изменения.

На полигон выпускаются до 10 000 особей нескольких видов, которые продолжают существовать, только если они регулярно находят пищевые ресурсы. Пища может появляться в разных местах и не только потребляться, но и переноситься особями. В качестве еды также могут выступать особи другого вида.

Успешным (=«достаточно упитанным») агентам предоставлена возможность размножаться и передавать фрагменты своей нейросети потомству. Настройками регулируются гаплоидность или диплоидность потомства, доля партеногенеза и двуполого размножения, а также параметры мутагенеза и кроссовера.

## Начальные условия

Два вида особей, один из которых является основной (но не единственной) пищей для другого.

По полигону размечены участки территории, доступ к которым есть у Хищника, но нет у Жертвы. Тем не менее, именно эти участки являются местом появления ценной для Жертвы пищи.

Расчет состоит в том, что Хищник должен нащупать выгодное для себя поведение - выносить пищу в доступную для Жертвы зону.

Кроме того, места появления пищи распределены так, чтобы они могли стать центрами формирования небольших субпопуляций и, таким образом, включить фактор группового отбора.

## Архитектура нейросети

Начальная конфигурация нейросети примерно одинакова для обоих типов особей

12 рецепторов + 16 интернейронов (3 слоя) + 6 или 8 эффекторов

и позволяет особи случайно бродить и время от времени что-нибудь хватать или кусать.

Нейросеть потомка формируется из фрагментов ИНС его родителей (если их двое) или целиком из родительской (при партеногенезе) и подвергается случайным мутациям. Рост нейросети реализован через мультиплицирование (дублирование) нейронов.

### Ход эксперимента

По пути к конечной цели – кооперативному поведению – агентам пришлось решать ряд промежуточных задач по овладению элементарными навыками: огибать препятствия, искать и потреблять пищу, избегать хищников или охотиться. На этом этапе Жертва получала пищу в доступной зоне, и зависимость от кормления ее Хищником была факультативной.

Второй этап эксперимента начался с возрастанием популяции Жертвы за счет подкармливания Хищником. С этого момента Жертва была лишена других источников питания и продолжала существовать только за счет выноса Хищником еды для нее.

В ряде случаев, агенты-альтруисты находили тактику, позволявшую эффективно парировать давление со стороны особей-обманщиков своего же вида.



Рис.1. Показан небольшой фрагмент полигона.

Стайка Жертв (в виде скатов) патрулирует мелководье в поисках еды. Хищник (краб слева) несет им пищу с недоступного берега.

### Результаты

Могут быть полезны с двух точек зрения:

- как опыт формирования нейросети с нетривиальным поведением,
- как исследование факторов влияния на кооперативное поведение.

### Литература

Floreano 2008 - D. Floreano, P. Durr, and C. Mattiussi. Neuroevolution: from architectures to learning. *Evolutionary Intelligence*, 1(1):47–62, 2008.

Марков 2009 - Марков А.В. Эволюция кооперации и альтруизма: от бактерий до человека, 2009, URL: <http://evolbiol.ru/altruism.htm>

Редько 2007 - Редько В.Г., Бурцев М.С., Сохова З.Б., Бесхлебнова Г.А. Моделирование конкуренции при эволюции многоагентной системы, 2007, URL: <http://raai.org/about/persons/redko/pages/RedkoEtAl.pdf>.