

РАЗРАБОТКА ПАКЕТА ПРОГРАММ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НЕЙРОУПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГАММА-3

М.Ф.Степанов¹, А.М.Степанов¹, А.В.Котов¹, Л.С.Михайлова²

¹Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

²Электростальский политехнический институт Московского государственного машиностроительного университета

Среди средств автоматизации решения задач проектирования и исследования алгоритмов управления выделяется система ГАММА-3, способная решать задачи, как в процедурной, так и в не процедурной (декларативной) постановке. Для типовых задач предпочтительно использование процедурного подхода с представлением на языке ГАММА. Рассмотрен подход к созданию пакета программ в составе системы ГАММА-3 для решения задач автоматизации решения задач нейроруправления.

В дополнение к возможностям решения декларативно поставленных задач в системе ГАММА-3 [1] для типовых задач (задач с известным планом решения) используются записи процедур их решения на языке ГАММА. Его синтаксис близок к входному языку пакета МАТЛАБ. Применительно к задачам нейроруправления необходимо отметить, что, несмотря на достаточно длительную историю использования искусственных нейронных сетей, решение конкретных задач пока еще остается скорее искусством, чем привычной инженерной практикой. В связи с этим в системе ГАММА-3, в дополнение к соответствующим командам на языке ГАММА разработаны также интерактивные их аналоги, позволяющие более гибко настраивать параметры создаваемой искусственной нейронной сети, а также проводить их исследование.

В области нейроруправления могут быть выделены следующие основные направления: 1) разработка нейронной сети (нейроэмулятора) сложного объекта; 2) разработка нейронной сети для идентификации параметров объекта управления; 3) разработка структуры нейроконтроллера; 4) настройка параметров нейронной сети (обучение); 5) тестирование нейронной сети.

При этом в наиболее сложных случаях, например, построение нейроэмулятора по экспериментальным данным, или выбор типа нейроконтроллера, интерактивные формы реализации оказываются более предпочтительными, в силу возможности использования опыта инженера-разработчика, интуитивно учитывающего недокументированные свойства объекта управления. В связи с этим в системе ГАММА-3 реализованы не только типовые действия, например, создание нейронной сети (определение количества слоёв и нейронов в каждом слое, вида активационных функций по каждому слою и т.д.), но и комбинированные варианты, обеспечивающие более высокую оперативность, позволяя изменять большинство параметров непосредственно в одном сеансе работы. В частности, к ним относится и операция NNemulator, обеспечивающая построение нейроэмулятора сложного объекта по экспериментальным данным. Рассмотрим на её примере особенности реализаций операций рассматриваемого пакета программ. В интерактивных операциях исходные данные (экспериментальные данные) более удобно размещать в файлах. Применительно к операции NNemulator каждый такой файл включает данные одного эксперимента (наборы входных воздействий на объект управления и выходные сигналы, предоставляемые измерительной подсистемой систем автоматического управления).

На рисунках 1, 2, 3 приведены экранные формы интерактивной операции NNemulator на этапах ввода исходных данных и процесса обучения нейронной сети.

Традиционно сложным является процесс настройки параметров искусственной нейронной сети, реализуемый в виде обучения. В связи с большим количеством

параметров искусственной нейронной сети именно этот этап оказывается наиболее трудоемким и в сложных случаях требуется немало опыта разработчика.

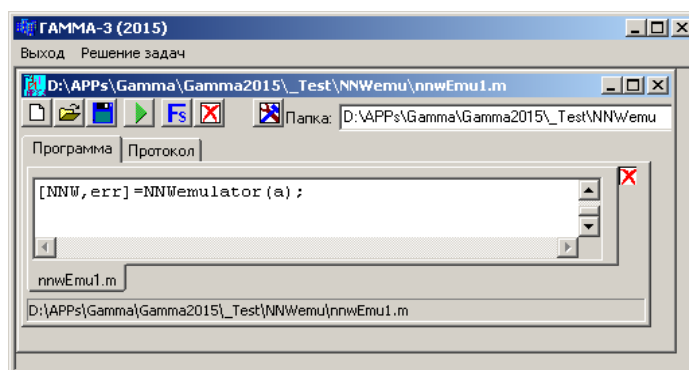


Рисунок 1 – фрагмент программы на языке ГАММА, включающий вызов интерактивной операции построения нейроэмулятора

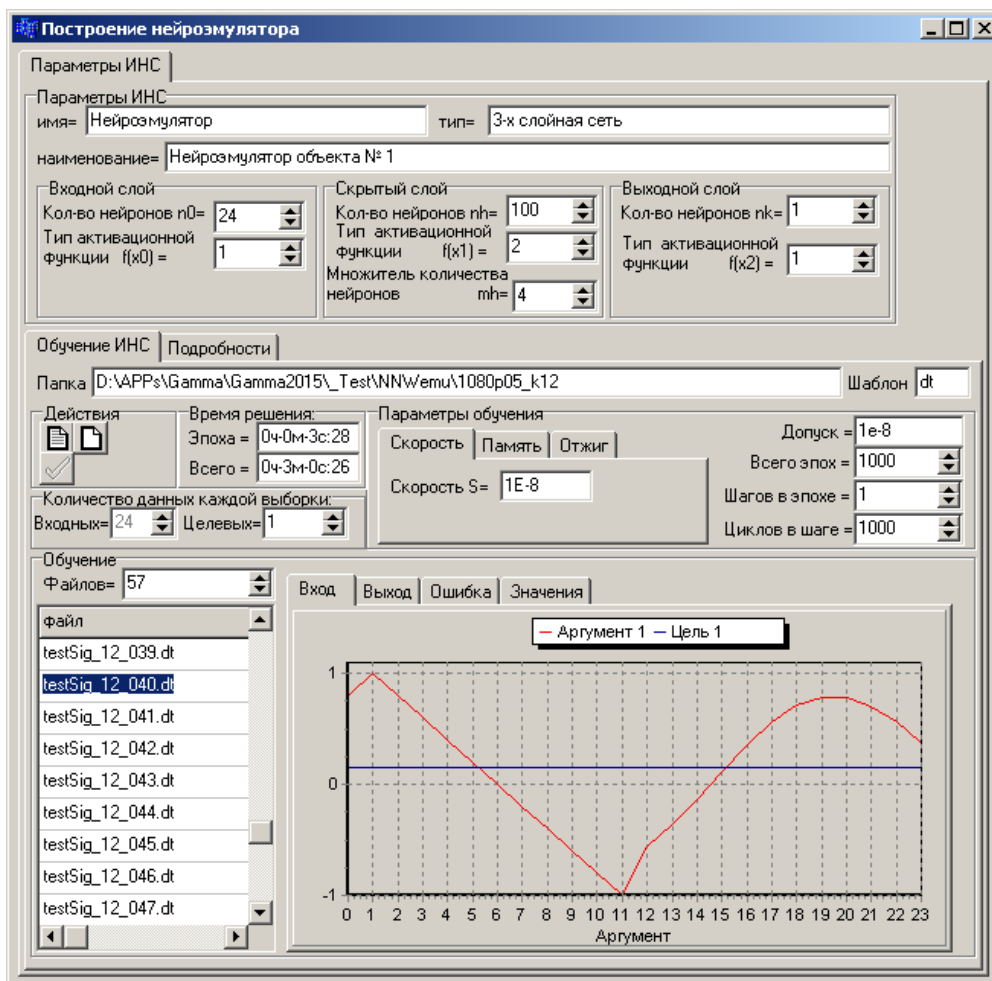


Рисунок 2 – загрузка данных для обучения нейронной сети фрагмент программы на языке ГАММА, включающий вызов интерактивной операции построения нейроэмулятора

В целях реализации более гибкого подхода к конструированию искусственной нейронной сети собственно процесс обучения реализован в виде отдельного потока команд (нити). Это позволяет сохранять предысторию процесса обучения и посредством оперативной модификации параметров обучения.

Кроме традиционного градиентного метода обучения настройками предусмотрена возможность реализации учета истории поиска, а также в активационную функцию введен параметр, имитирующий режим «отжига». Встроенные эмпирические оценки структуры нейронной сети на основе известных количественных характеристик входных и выходных данных призваны помочь подобрать параметры скрытого слоя.

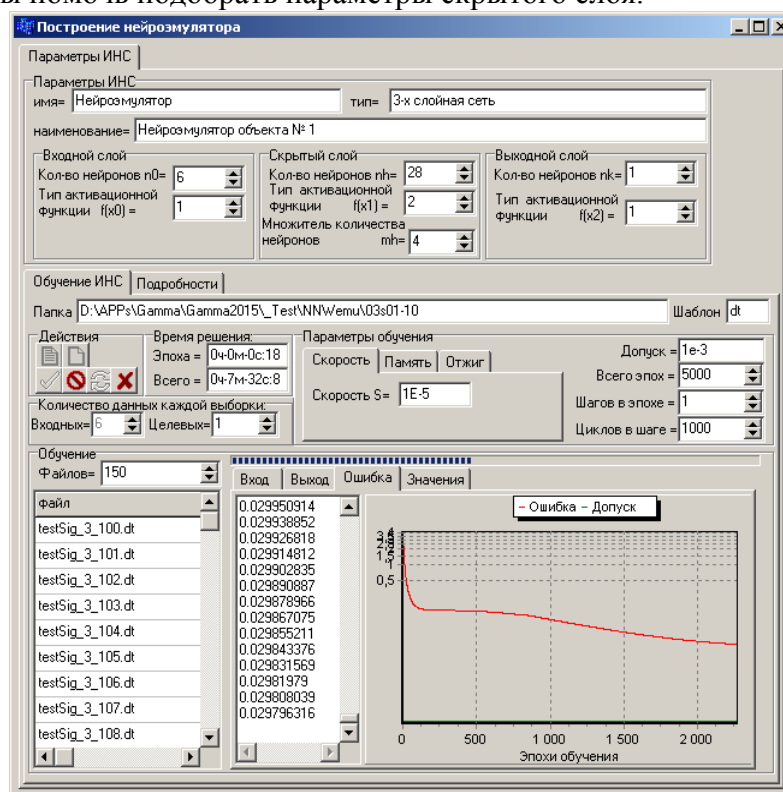


Рисунок 3 – процесс обучения нейронной сети для загруженных данных

Интерактивность созданных операций позволяет разработчику оперативно корректировать структуру нейронной сети, типы активационных функций, настройки методов обучения искусственной нейронной сети.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 15-07-99684-а).

Литература

1. Александров А.Г. Система ГАММА-3 и ее применение / А.Г.Александров, Л.С.Михайлова, М.Ф.Степанов // Автоматика и телемеханика, 2011, № 10. С. 19 – 27