

УДК 004.032.26

Проект создания программной системы для распознавания графических образов на основе нейронных сетей*

В.М. Хачумов

Рассмотрены особенности экспериментальной программной системы распознавания графических образов на основе искусственных нейронных сетей (ИНС), предназначенной для практического решения задач распознавания на кластерных вычислительных устройствах (КВУ). Программная ИНС разработана в рамках проекта «Триада» Союзного государства в Исследовательском центре искусственного интеллекта Института программных систем РАН.

Назначение и особенности проекта программная система ИНС.

На данный момент существует множество программных пакетов, с помощью которых можно проектировать, настраивать и применять искусственные нейронные сети (ИНС) для решения различных задач, например, NeuroOffice, Neuro Emulator, BrainMaker, Neural10, Neural Planner и др. Однако они не рассчитаны на потоковую обработку входных данных. Решение же практических задач требует обработки потоков изображений большого формата, доставляемых средствами технического зрения. В России и Беларуси проводится большая совместная работа по созданию суперкомпьютеров класса «СКИФ» и прикладных систем на их основе по программе Союзного государства. Результатом такой работы стало создание кластерных вычислительных устройств (КВУ) СКИФ-500 и СКИФ-1000, вошедших на разных этапах в список Top-500. С появлением отечественных суперкомпьютеров, наряду с аппаратурной стала актуальной и задача программной реализации ИНС с целью ускорения процессов распознавания.

Проект ПС ИНС является составной частью темы «Разработка новых алгоритмов, принципов создания систем обработки изображений и другой информации от средств наблюдения, ориентированных на применение многопроцессорных вычислительных кластеров повышенной вычислительной мощности», выполняемой в рамках Научно-технической программы «Развитие и внедрение в государствах-участниках Союзного государства наукоемких компьютерных технологий на базе мультипроцессорных вычислительных систем» (Шифр «ТРИАДА»).

Программная система ИНС содержит свыше полусятни модулей, включая параллельные программные реализации нейронных сетей, модули типовой и специальной обработки изображений, модули прогнозирования и компрессии изображений. Архитектура ПС ИНС выполнена с учетом реализации режимов конвейерной и параллельной обработки, позволяет формировать и выполнять на КВУ различные задачи с использованием удобного графического интерфейса [1-3].

Новизна настоящего проекта заключается в разработке и использовании:

1) методов предварительного сжатия пространства признаков путем извлечения интегральных инвариантных параметров изображений с последующим распознаванием нейронной сетью с ограниченным количеством входов [4];

2) методов выделения локальных объектов на панорамных снимках и нормализации изображений (ориентация, масштаб) [5], позволяющих создавать ИНС когнитронного типа;

3) обобщенной метрики Евклида-Махalanобиса, имеющей ряд положительных отличительных свойств [6], что может быть использовано в сети Кохонена;

4) методов прогнозирования, сжатия и фильтрации данных на ИНС;

5) методов вычислений с учетом технологий параллельного программирования и аппаратных средств отечественного суперкомпьютера кластерного типа.

Назначение ПС ИНС заключается в предоставлении пользователю возможностей создания и подключения новых модулей в определенную технологическую цепочку для решения прикладных задач распознавания графических образов на суперкомпьютере. Компонентами служат блоки предварительной обработки, фильтрации, выделения инвариантов и программные модули ИНС. Одна из задач, решаемая в ПС ИНС, – приведение изображений к виду, пригодному для распознавания нейронной сетью. Это достигается применением средств специальной обработки. Большое внимание уделяется алгоритмам сжатия, в том числе

* Работа выполняется также при поддержке проектов РФФИ № 06-07-89083, 07-07-12029-офи.

с применением ИНС, с целью повышения устойчивости потоков данных к помехам, ускорения процессов передачи и снижения объемов памяти, что важно в космических приложениях.

Основные задачи ПС ИНС сводятся к улучшению изображений, фильтрации, анализу изображений: выделению локальных объектов, распознаванию образов, сжатию и восстановлению изображений и данных, прогнозированию временных рядов.

Основные функции программной системы

Основные функции ПС ИНС реализуются универсальной моделирующей средой (ядром системы), осуществляющей интерпретацию команд. В набор команд входит: представление и доставка входных данных, обработка (фильтрация, конфигурирование, обучение, распознавание, сжатие, прогнозирование), постобработка выходных данных. Система поддерживает: ввод исходных данных вручную, ввод исходных данных из файла, обучение в различных режимах, тестирование, запуск задачи на кластере с заданным количеством узлов, сохранение текущего состояния обучаемой сети, получение статистики обучения и результатов.

Пользователь через графический и текстовый интерфейсы осуществляет управление работой системы, в том числе: 1) выбор типа модуля ИНС из библиотеки; 2) выбор файла определения конфигурации и настройки сети. Конфигурация зависит от вида ИНС, например, для сети прямого распространения задаются: число слоев и число нейронов в слое, тип входных и выходных данных, параметры обучения, скорость обучения, начальная (случайная) инициализация сети. Сети специального вида (Хопфилда, Хемминга, вероятностные, Кохонена) имеют свои собственные структурные и функциональные особенности; 3) выбор файлов данных, включая рабочие файлы, тестирующие файлы, обучающую выборку (эталоны).

Пользователь получает доступ к своей личной рабочей странице, которая обеспечивает: работу с сохраненными задачами (запуск на счет, просмотр, редактирование, удаление); управление задачей (изменение параметров во время работы, завершение, удаление задачи); вывод результатов в текстовом и графическом виде; сохранение результатов. Например, для обучения ИНС прямого распространения можно загрузить набор векторов «известный вход – известный выход», а также ряд управляющих параметров. Важнейшие из них – количество скрытых нейронов, темп обучения, критерий остановки счета и т.д. Во время работы из них – количество скрытых нейронов, темп обучения, критерий остановки счета и т.д. Во время работы модуля через заданное количество итераций или по требованию пользователя происходит передача данных, которые представляются пользователю в текстовом и/или графическом виде с помощью интерфейса.

Требования к ресурсному обеспечению

Ресурсное обеспечение проекта состоит из специализированного программного обеспечения, а также технических и программных средств общего назначения.

Требования к аппаратуре: используется аппаратная платформа суперкомпьютеров кластерного уровня, включающая: управляющую ЭВМ, оснащенную стандартными средствами, необходимыми для работы оператора (монитор, клавиатура); вычислительные узлы кластерного уровня (базовые вычислительные модули кластера (сенного уровня); системную сеть кластера (SCI), объединяющую вычислительные узлы; вспомогательную сеть (семейства Ethernet, с поддержкой TCP/IP), объединяющую управляющую ЭВМ и вычислительные узлы.

Требования к операционной системе и системному программному обеспечению: операционная система Linux (RedHat версии не ниже 6.2); библиотека программ MPI, реализующих прикладной интерфейс передачи сообщений высокого уровня по стандарту MPI 1.2; язык программирования: C++.

Технология обработки снимков и данных на ПС ИНС

Технология основана на применении алгоритмов, реализуемых модулями системы, которые в комплексе способны решать задачи пользователя по обработке изображений.

Модули предварительной обработки предназначены для: улучшения качества изображения за счет логической обработки и фильтрации изображения; вычисления информативных интегральных параметров (яркостные и геометрические инвариантные, линии положения, особые точки и др.); выделения контуров, локальных объектов и др. операции.

Основное назначение модулей ИНС заключается в распознавании графических образов на снимках. За основу принят классы изображений, используемые в аэрокосмической области.

1) Снимки, сделанные из космоса в различных частотных спектрах.

Каждый такой спектр дает полутоновое изображение (градации серого). Всего используется порядка шести спектров. Таким образом, точка изображения характеризуется несколькими признаками, которые можно использовать для создания классов и распознавания. Классам могут соответствовать летательные объекты, облака, вода, здания и т.д. Один из практических примеров – раскраска карты. Обучение ведется с помощью учителя, который выделяет область и назначает определенную краску. Распознавание можно

выполнить с помощью расстояния Махalanобиса или обобщенной метрики. Другой способ классификации – использование двухслойной ИНС прямого распространения с настройкой по методу обратного распространения ошибки или вероятностной нейронной сети с активационной функцией Гаусса.

2) Растровые полутоновые изображения. Под данный класс подпадают снимки, сделанные из космоса с помощью телевизионных, видео и фотокамер.

Задача обнаружения локальных объектов (самолетов, судов, зданий и т.д.) решается, с помощью сканирующего окна или по специальной технологии выделения и нормализации локальных объектов. Каждому окну можно поставить в соответствие до семи инвариантных моментов, что соответствует информационному сжатию изображения. Такое сжатие называется преобразованием типа «изображение – код». Оно позволяет обнаруживать сдвинутые в пределах окна, повернутые и отмасштабированные, объекты. Другой метод связан с проведением нормализации выделенных локальных алгоритмов. В любом случае распознавание выполняется нейронной сетью. Данная технология реализуется с помощью вероятностных нейронных сетей и персепtronов.

3) Растровые бинарные изображения. Бинарные изображения получают в результате обработки полуточновых снимков. Обработка (адаптивная бинаризация, выделение контуров) направлена на получение описания приемлемого для работы нейронных сетей Хемминга и Хопфилда. Сети работают с большим числом точек изображения допускают различные стратегии распараллеливания.

4) Числовые данные (числовой ввод). Это числовые файлы, подготовленные непосредственно к обработке на ИНС, не требующие специальной предварительной обработки. Примером служат последовательности данных, предназначенные для решения задач прогнозирования.

Заключение

В результате двухлетней работы над проектом к настоящему моменту построен и протестирован экспериментальный образец системы ПС ИНС. В нем реализованы типовые и оригинальные алгоритмы, ориентированные в целом на решение актуальных задач обработки и распознавания графических образов в космических приложениях. В перечень функциональных возможностей входит решение задач прогнозирования временных рядов, сжатия данных с потерями и без потерь, фильтрации, выделения регионов на картах, выделения и распознавания локальных объектов, букв и цифр.

Литература

1. Бурдаев М.Н., Виноградов В.Ф., Заднепровский В.Ф. и др. Комплекс программно-инструментальных средств для создания интеллектуальных систем контроля и управления объектами аэрокосмического назначения. – Авиакосмическое приборостроение, № 8, 2006, с.24-33.
2. Виноградов А.Н., Недев М.Д., Талалаев А.А., Фраленко В.П., Хачумов В.М. Распознавание графических образов на основе искусственных нейронных сетей. – В сб. трудов международной конференции «Программные системы: теория и приложения». – М.: Физматлит, т.1, 2006, с. 309 – 322.
3. Виноградов А.Н., Коданев И.В., Талалаев А.А. и др. Библиотека нейронных сетей для распознавания графических образов на кластерном вычислительном устройстве. – Сб. трудов 2-ой Международной научно-практической конференции «Иследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (07-09.02.2006, Санкт - Петербург). – Санкт - Петербург: Издат.-во Политехнического университета, 2006, с.9-10.
4. Пережигин А.А., Хачумов В.М. Обнаружение и автоматическое определение параметров летательного объекта на видео потоке. – Информационные технологии и вычислительные системы, № 1, 2005, с. 38-48.
5. Виноградов А.Н., Калугин Ф.В., Недев М.Д. и др. Выделение и распознавание локальных объектов на аэрокосмических снимках. – Авиакосмическое приборостроение, № 9, 2007, с. 39-45.
6. Амелькин С.А., Захаров А.В., Хачумов В.М. Обобщенное расстояние Евклида-Махalanобиса и его свойства. – Информационные технологии и вычислительные системы, № 4, 2006, с. 40-44.

Поступила 17 марта 2008 г.

About the project of creation of program system for pattern recognition on the basis of neural network

V.M. Khachumov

Features of experimental program system of pattern recognition on the basis of artificial neural networks (PS ANN), intended for the practical decision of problems of recognition on cluster computers are considered. PS ANN it is developed within the limits of the "Triada" project " of the Artificial Intelligence Research Centre of Program systems Institute of the Russian Academy of Science.

Хачумов Вячеслав Михайлович – зав. лабораторией интеллектуального управления ИПС РАН, главный научный сотрудник ИСА РАН.

Область научных интересов: машинная графика, искусственный интеллект, геометрические процессоры, интеллектуальное управление.