

*Воронов В.И.,
Доцент кафедры «Интеллектуальные системы
в управлении и автоматизации»,
Московский технический университет связи и информатики
Россия, г. Москва*

*Анисимова И.В.,
Студент магистратуры
Кафедра «Интеллектуальные системы
в управлении и автоматизации»,
Московский Технический Университет Связи и Информатики,
Россия, г. Москва*

ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРОЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И ГАЛАКТИКИ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация — Звёздные системы — в современной астрономии участки, на которые разделена небесная сфера для удобства ориентирования на звёздном небе. В древности созвездиями назывались характерные фигуры, образуемые яркими звёздами. Звёзды, видимые на небесной сфере на небольших угловых расстояниях друг от друга, в трёхмерном пространстве могут быть расположены очень далеко друг от друга. Таким образом, в одном созвездии могут быть и очень близкие, и очень далёкие от Земли звёзды, никак друг с другом не связанные. В статье приведён пример настройки и работы в рамках программно-математических комплексов моделирующих работу нейронных сетей, обеспечивающих возможности экспоненциальных вычислений и сопоставлений исходных изображений.

Ключевые слова — нейронные сети, распознавание объектов, обучение, вычисления, астрономические источники.

Annotation: - *Star systems - in modern astronomy, the areas into which the celestial sphere is divided for the convenience of orientation in the starry sky. In ancient times, constellations were called characteristic figures formed by bright stars. Stars visible on the celestial sphere at small angular distances from each other, in three-dimensional space, can be located very far from each other. Thus, in one constellation there can be very close and very far from the Earth stars, which are not connected with each other in any way. The article provides an example of setting up and working within the framework of software and mathematical complexes that simulate the operation of neural networks, providing the possibility of exponential calculations and comparisons of source images.*

Key words: - *neural networks, object recognition, training, computation, astronomical sources.*

I. Введение

В настоящее время, в связи с ведением работ по разработке искусственного интеллекта проявляется усиленный спрос на развитие искусственных систем, опирающиеся на алгоритмы работы, подобные нейронным сетям.

Нейронные сети (NeuralNetworks) - это модели биологических нейронных сетей мозга, в которых нейроны имитируются относительно простыми, часто однотипными, элементами (искусственными нейронами). [1, с. 81].

Развитие современных нейронных сетей ориентировано на обработку естественного языка, т.е. компьютерный анализ естественного языка и его синтез.

Распознавание объектов на изображении с помощью алгоритмов машинного обучения решает задачи эффективнее, чем человеческое зрение. Свёрточные нейронные сети нашли широкое применение в задачах классификации, детектирования и распознавания изображений. Постепенно

круг этих задач расширяется, поэтому не теряет актуальности разработка новых архитектур, слоёв сети и модификаций программных платформ.

В начале XIX века между созвездиями были проведены границы на небесной сфере, ликвидировавшие «пустоты» между созвездиями, однако их чёткого определения по-прежнему не было, и разные астрономы определяли их по-своему.

В работе исследуются Солнечная система, созвездия галактики Млечного пути.

В ходе выполнения работы использованы и построены модели различных созвездий. Были задействованы компьютерные программы «Компас 3D» и «Solar System Scope», «Octave», «MatLab». [2, с. 9].

II. Постановка задачи

Специфика задачи, которую решает система распознавания объектов, определяет ряд требований к аппаратной платформе. Вычислительная платформа должна представлять собой компьютер, обладающий достаточной вычислительной мощностью для быстрой обработки изображений, а также имеющий возможность подключения дополнительных устройств, таких как видеокамера, аналоговые и цифровые датчики. Платформа также должна обладать достаточным объемом постоянной памяти для хранения программного обеспечения и оперативной памяти для обработки всех необходимых данных. Для решения задачи построения и анализа изучены способы решения систем дифференциальных уравнений, освоены навыки их применения в программных пакетах [3, с. 125].

Задача решается путём загрузки специальных математических формул проведения экспоненциального анализа сложных систем [4, с. 8].

III. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗВЁЗДНЫХ СИСТЕМ

Общая форма представления обыкновенного дифференциального уравнения порядка n может быть записана в виде:

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0 \quad (1.1)$$

Если уравнение (1.1) удастся разрешить относительно старшей производной $y^{(n)}$, то получаем уравнение [5, с. 12]:

$$Y^{(n)} = f(x, y, y', \dots, y^{(n-1)}) \quad (1.1)$$

Эта форма записи дифференциальных уравнений называется нормальной. В различных исследованиях чаще всего рассматриваются уравнения и системы уравнений, записанные в нормальной форме [6, с. 58].

Для сопоставления математических формул и галактических схем были использованы следующие структурные схемы (рис. 1, 2).

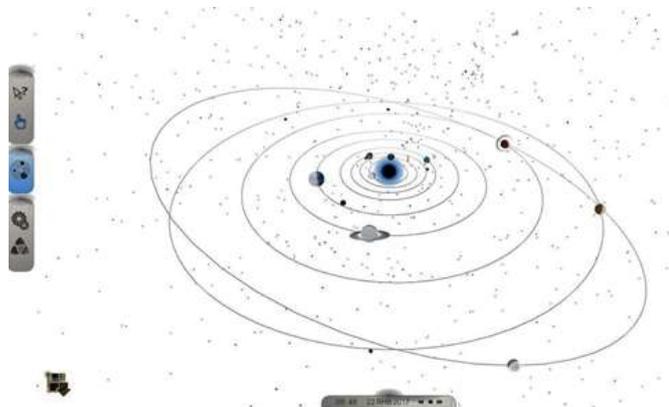


Рисунок 1. Исходное изображение Солнечной системы.

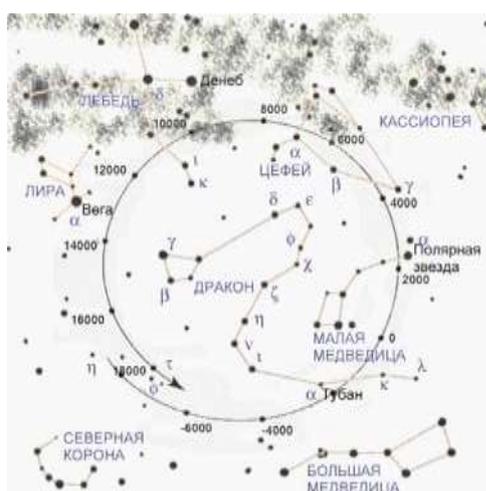


Рисунок 2. Схематическое изображение некоторых созвездий галактики Млечного пути.

Вспомним курс дифференциальных уравнений (1.1):

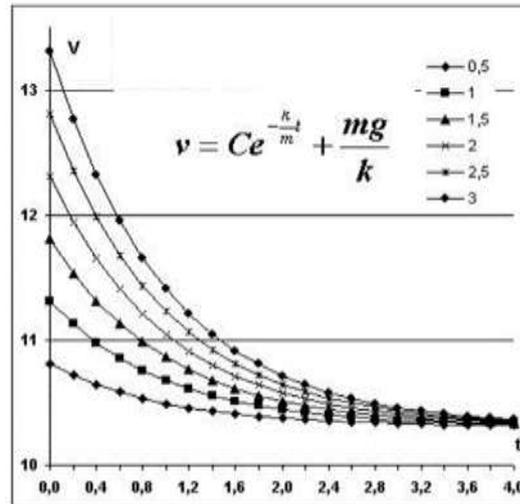


Рисунок 3. Стандартное представление типовых дифференциальных уравнений.

Далее, данные были внесены в интерфейсные окна программных пакетов MatLab и Octave.

Была решена следующая система уравнений (рис. 4):

Перейдем к дифференциальным уравнениям:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = \frac{5}{p} x_2 \\ \dot{x}_2 = \frac{2}{0.4p+1} x_3 \\ \dot{x}_3 = \frac{1}{\mu p+1} (v - x_1) \end{cases}$$

Приведем к стандартному виду:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 5x_2 \\ \dot{x}_2 = \frac{2x_3 - x_2}{0.4} \\ \mu \dot{x}_3 = v - x_1 - x_3 \end{cases}$$

Подсистема медленных движений:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 5x_2 \\ \dot{x}_2 = \frac{2(v - x_1) - x_2}{0.4} \end{cases}$$

Корни $p_{м,2} = -1.25 \pm 4.84i$

Рисунок 4. Снимок программных расчётов программы решения системы дифференциальных уравнений.

На рис. 5 отображены полученные результаты [7, с. 156]:

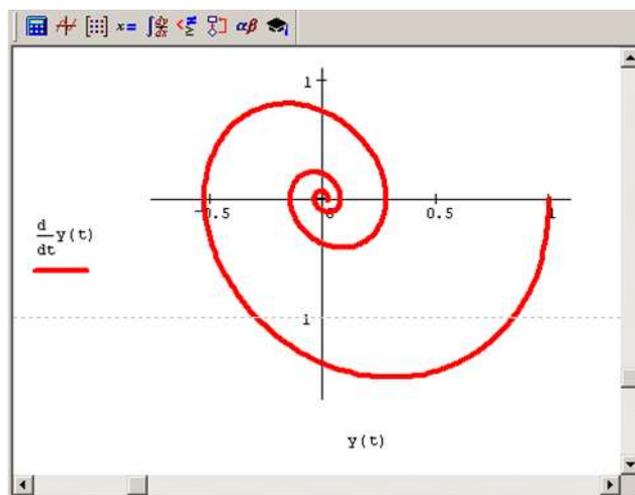


Рисунок 5. Графическое отображение результатов работы программы.
В результате получена следующая модель (рис.6):

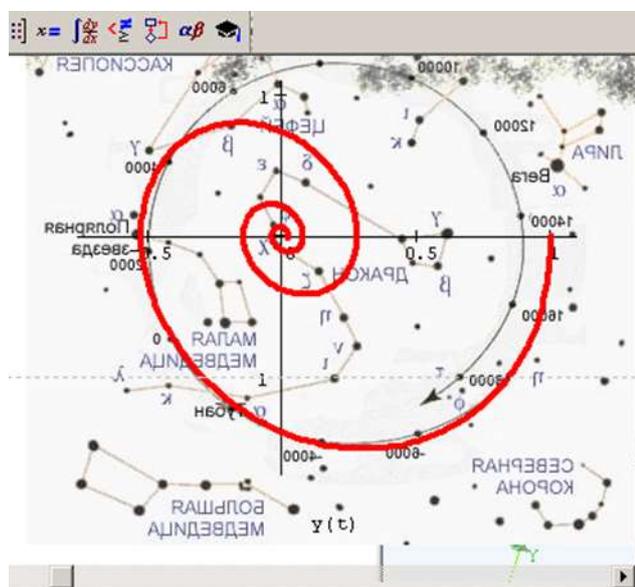


Рисунок 6. Сопоставленная модель.

Результаты перенесены в оболочку Компас-3D. Развернув систему в трёхмерном пространстве, заметим соответствие построенной модели базовым системам дифференциальных уравнений.

Заметим, что знаменитый «Наutilus» также хорошо вписывается в изображение Солнечной Системы (рис.7) [8, с. 190]:

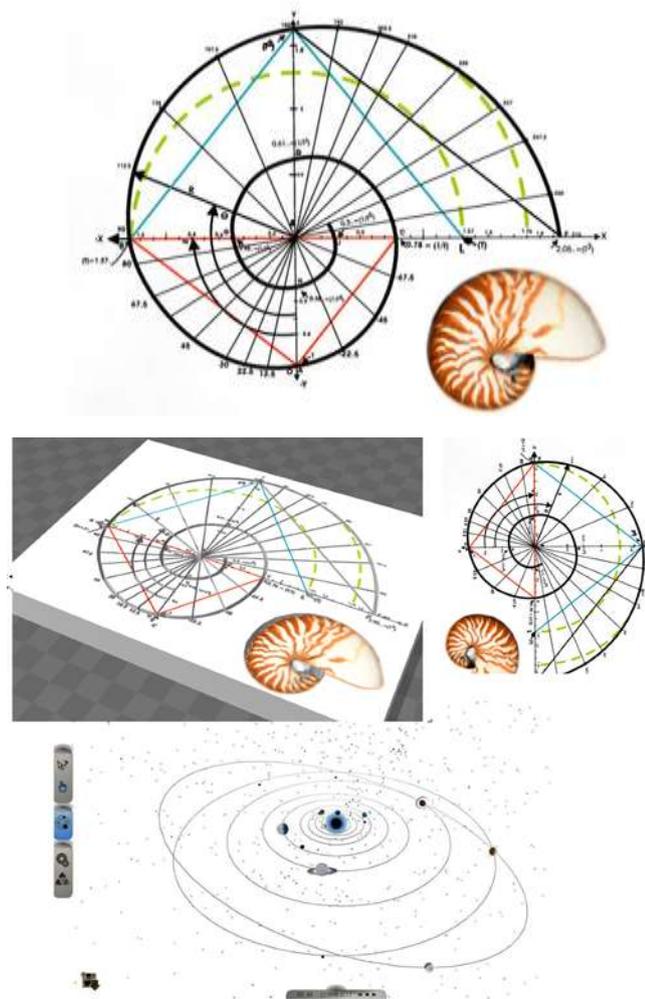


Рисунок 7. Сопоставление экспоненциальнообразного Наутилуса и Солнечной системы.

Далее, при помощи специального дополнения нейросетевого программного обеспечения построена математическая модель Млечного пути (рис. 8) [10, с. 197]:

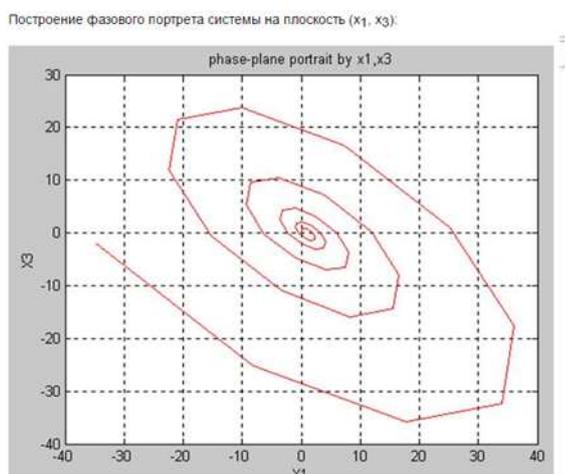


Рисунок 8. Математическая модель Млечного пути.

На рис. 9 показан метод наложения фазового портрета, а именно, сопоставление в трёхмерном пространстве математического графика и условного изображения.

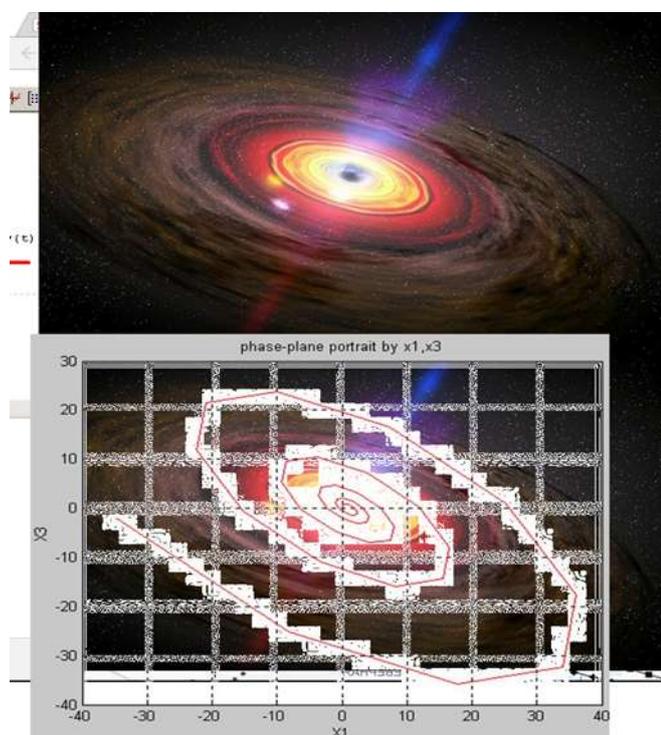


Рисунок 9. Наложение фазового портрета- Млечный путь.

Исходя из вышеперечисленного, можно подтвердить, что данные модели являются адекватными и соответствуют математическим правилам, выполняют заданные алгоритмы.[11, с. 26].

IV. СПОСОБЫ РАБОТЫ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Существуют различные алгоритмы, позволяющие создавать и распознавать образы. Алгоритм обучения машины распознаванию образов, основанный на методе секущих гиперплоскостей, заключается в аппроксимации разделяющей гиперповерхности частями гиперплоскостей и состоит из следующих основных этапов:

- обучение (формирование разделяющей поверхности):
- проведение секущих плоскостей;
- исключение лишних плоскостей;

- исключение лишних частей плоскостей;
- распознавание новых объектов [12, с. 136].

V. ЭТАПЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Задача распознавания объектов (образов) определяется следующими этапами:

- определение границ — это самая низкоуровневая задача, для которой уже классически применяются свёрточные нейронные сети;
- определение вектора к нормали позволяет нам реконструировать трёхмерное изображение из двухмерного;
- saliency, определение объектов внимания — это то, на что обратил бы внимание человек при рассмотрении этой картинки [13, с. 335];
- семантическая сегментация позволяет разделить объекты на классы по их структуре, ничего не зная об этих объектах, то есть еще до их распознавания;
- семантическое выделение границ — это выделение границ, разбитых на классы;
- самая высокоуровневая задача — распознавание самих объектов [14, с. 146].

VI. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Конфигурация персонального компьютера:

ЦП: Intel® Core™ i5-8400 CPU @ 2.80 GHz

Память (ОЗУ) 8,00 ГБ

ОС Windows 10 Pro x64, Ubuntu 18.04 x64

ГП NVidia GeForce GTX 650

ЖД 1,00ТБ

Требуется установить пакеты OpenCV, CUDA, cuDNN.

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Протестирована система на основе программного обеспечения MatCAD и Octave. Рассмотрены архитектура и процесс обработки изображений. Система Создаёт объекты и идентифицирует их координаты. Нейронная сеть испытана на собственном оборудовании.

Построены и сопоставлены с математическими положениями все искомые объекты. Показаны алгоритмы работы с сетью. Исследованные системы соответствуют экспоненциальным математическим моделям, основанных на решении соответствующих дифференциальных уравнений [15, с. 87].

Литература:

1. Воронова В.И. Machine Learning / Л.И. Воронова, В.И. Воронов // Регрессионные методы интеллектуального анализа данных: учебное пособие. — М.: МТУСИ, 2017. — 81 с.
2. Machine Learning. Семинары по нейронным сетям. [Электронный ресурс]. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/1/1e/Sem07_ann.pdf (дата обращения: 27.01.21).
3. Молодяков С. А. Принципы выделения параллельных потоков команд обработки видеоизображений в smart-видеокамерах / С.А. Молодяков, А.И. Тышкевич // Міжнародний науковий журнал. — М.: Политехн. ун-та, 2016. — №. 9. — 125 с.
4. Digital Living Network Alliance, “Consumer Home,” [Online]. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dlna.org>. (дата обращения: 27.01.21).
5. Organization for the Advancement of Structured Information Standards, “Reference Model for Service Oriented Architecture: сайт OASIS. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.oasis-open.org/soa-rm/v1.0/soa-rm.pdf>. (дата обращения: 27.01.21)
6. Joseph Redmon You Only Look Once. / Redmon Joseph, Divvala Santosh, Girshick Ross, Farhadi Ali. — М.: YOLO, 2016. — 58 с.
7. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. — 2-е изд., стереотип. — М.: Горячая линия-Телеком, 2002. — 382 с.

8. Кузьмин В.И. Дискретность и непрерывность в свойствах физико-химических систем. / В.И. Кузьмин, Д.Л. Тытик, А.Ф. Гадзаов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. —190 с.
9. Johnson M. Correlations of cycles in weather, solar activity, geomagnetic values and planetary configurations. / M. Johnson. — М.: San Francisco, Cal, 1944. — 79 с.
10. Левитан Б.М. Почти-периодические функции и дифференциальные уравнения. / Б.М. Левитан, В.В. Жиков. — М.: МГУ, 1978. — 206 с.
11. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа. / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. — М.: Наука, 1981. — С. 24-26
12. Кендалл М. Многомерный статистический анализ и временные ряды. / М. Кендалл, А. Стьюарт. — М.: Наука, 1976. — 136 с.
13. Agrawal P. Analyzing the performance of multilayer neural networks for object recognition. / P. Agrawal, R. Girshick, J. Malik. — М.: ECCV, 2014. — С. 329–344.
14. Bengio Y. Unsupervised feature learning and deep learning: A review and new perspectives. / Y. Bengio, A. C. Courville, P. Vincent. — М.: CoRR, 2012. — 146 с.
15. Redmon J. Real-time grasp detection using convolutional neural networks. / J. Redmon, A. Angelova. — М.: CoRR, 2014. — 87 с.