**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ   
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук

Департамент программной инженерии

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО  Старший преподаватель факультета компьютерных наук департамента Программной инженерии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д. В. Пантюхин  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2017 г. | УТВЕРЖДАЮ  Академический руководитель образовательной программы «Программная инженерия»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Шилов  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г. |
| |  |  | | --- | --- | | Подп. и дата |  | | Инв. № дубл. |  | | Взам. Инв. № |  | | Подп. и дата |  | | Инв. № подл. | RU.17701729.502840-01 ТЗ 01-1 | | **Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети.**  **Техническое задание**  **ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**  **RU.17701729.502840-01 ТЗ 01-1-ЛУ**  Исполнитель  Студент группы 162 ПИ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Кузнецов Д.С./  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2017 г.  **2017** | |  |

УТВЕРЖДЕН

RU.17701729.502840-01 ТЗ 01-1-ЛУ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | Подп. и дата |  | | Инв. № дубл. |  | | Взам. Инв. № |  | | Подп. и дата |  | | Инв. № подл. | RU.17701729.502840-01 ТЗ 01-1 | | **Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети.**  **Техническое задание**  **RU.17701729.502840-01 ТЗ 01-1**  **Листов 14**  **2017** |  |

# 

Содержание

[1. ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc482717684)

[2. ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ 4](#_Toc482717685)

[3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ 5](#_Toc482717686)

[3.1. Функциональное назначение 5](#_Toc482717687)

[3.2. Эксплуатационное назначение 5](#_Toc482717688)

[4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ 6](#_Toc482717689)

[4.1. Требования к функциональным характеристикам 6](#_Toc482717690)

[4.1.1. Требования к составу выполняемых функций 6](#_Toc482717691)

[4.2. Требования к интерфейсу 6](#_Toc482717692)

[4.3. Требования к надежности 6](#_Toc482717693)

[4.4. Условия эксплуатации 7](#_Toc482717694)

[4.5. Требования к составу и параметрам технических средств 7](#_Toc482717695)

[4.6. Требования к информационной и программной совместимости 7](#_Toc482717696)

[5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ 8](#_Toc482717697)

[5.1. Состав программной документации 8](#_Toc482717698)

[5.2. Специальные требования к программной документации 8](#_Toc482717699)

[6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ 9](#_Toc482717700)

[6.1. Ориентировочная экономическая потребность 9](#_Toc482717701)

[6.2. Предполагаемая потребность 9](#_Toc482717702)

[7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ 10](#_Toc482717703)

[8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ 12](#_Toc482717704)

[Приложение 1 13](#_Toc482717705)

[ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ 14](#_Toc482717706)

# ВВЕДЕНИЕ

* 1. **Наименование**

«Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети».

**1.2 Краткая характеристика области применения программы**

Программа предназначена для определения нарисованной пользователем буквы от A до F латинского алфавита. Программа обучена на некотором входном маркированном множестве изображений (маркированным считается изображение, которому отождествлена латинская буква).

# ОСНОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

**2.1 Документы, на основаниях которых ведется разработка**

Приказ №2.3-0.2/0812-01 Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» от 08.12.2016.

**2.2 Наименование темы разработки**

Наименование темы разработки – Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети.

Программа выполнена в рамках темы курсовой работы «Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети» (факультет компьютерных наук,

департамент программной инженерии), в соответствии с учебным планом подготовки бакалавров по направлению 09.03.04 «Программная инженерия».

# НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

## Функциональное назначение

Программа предназначена для создания изображений латинских букв от A до F и последующего распознавания данных букв на созданных изображениях.

## Эксплуатационное назначение

Программа предназначена для демонстрации работы алгоритмов распознавания образов латинских букв от A до F на изображении.

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

## Требования к функциональным характеристикам

## Требования к составу выполняемых функций

Программа должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

1. Создание пользовательских изображений 28x28 пикселов
2. Предоставление пользователю настроенной нейронной сети для распознавания латинских букв от A до F
3. Возможность использования нейронной сети с помощью графического интерфейса
   * 1. **Требования к формату входных данных**

Изображения 28х28 пикселов в формате jpg

* + 1. **Требования к формату выходных данных**

Символ, выведенный на экран, в формате «<буква>», где <буква> - наименование латинской буквы на изображении.

## Требования к интерфейсу

1. Окно для создания изображений 28х28 пикселов
   1. Окно должно быть размеров 280х280 пикселов для удобства пользователя.
   2. Фон окна должен иметь цвет (255, 255, 255) в формате RGB.
   3. Движение мыши с зажатой левой клавишей пользователя должно отображать на окне линию соответствующую траектории перемещения указателя мыши. Цвет линии (0, 0, 0) в формате RGB с градацией серого.
2. Кнопка очистки окна изображений
3. Кнопка, запускающая процесс распознавания буквы на изображении.
4. Элемент графического интерфейса для вывода результата распознавания

## Требования к надежности

* + 1. **Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования программы**

Для устойчивой работы программы требуется соблюдать ряд организационно-технических мер:

1. обеспечение бесперебойного питания технических устройств;
2. обеспечение регулярной проверки устройств и программного обеспечения на наличие сбоев и неполадок;
3. обеспечение использования лицензионного программного обеспечения.
   * 1. **Отказы из-за некорректных действий оператора**

Программа не может функционировать корректно при отсутствии запущенного локального сервера с помощью bat файла “start python-server.bat”. При условии, что сервер запущен и полностью функционирует, программа не должна завершаться аварийно вне зависимости от введенных данных.

## Условия эксплуатации

Для распознавания собственных изображений оператор должен иметь базовые навыки пользования компьютером и опыт работы с MS Visual Studio.

Для обучения нейронной сети оператор должен иметь базовые навыки программирования на языке python 2.7, опыт разработки сверточных нейронных сетей или базовые знания о их структуре.

## Требования к составу и параметрам технических средств

Требуется компьютер с операционной системой Windows, обладающий следующими минимальными техническими характеристиками:

1. процессор 500 МГц;
2. 1024 Мб оперативной памяти;
3. 100 Мб свободного дискового пространства;
4. монитор с разрешением 1024х768 или выше.
5. клавиатура
6. мышь

## Требования к информационной и программной совместимости

Программные средства:

1. Windows XP с пакетом обновления 3 (SP3) (32-разрядная), Windows Vista с пакетом обновления 1, Windows Server 2003 R2 с MSXML 6.0, Windows Server 2008 с пакетом обновления 2 (SP2) (32-разрядная или 64-разрядная), Windows 7 или более поздняя версия операционной системы (32-разрядные или 64-разрядные);
2. Microsoft .NET Framework 4.0 или более поздняя версия;
3. установленная лицензионная версия Microsoft Visual Studio 2010 или более поздняя версия.
4. Python интерпретатор 3.5 и выше или 2.7 и выше. При использовании Python 3 для оператора не будет доступен процесс обучения нейронной сети.
5. Предустановленный в python интерпретатор библиотеки: tensorflow 1.1.0, numpy 1.12.0, Pillow 4.1.1, Flask 0.12.1, pandas 0.20.1. Версии библиотек должны быть не ниже указанных.

# ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

## Состав программной документации

1. «Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети». Техническое задание (ГОСТ 19.201 - 78);
2. «Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети». Пояснительная записка (ГОСТ 19.404 - 79);
3. «Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети». Руководство оператора (ГОСТ 19.505 - 79);
4. «Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети». Программа и методика испытаний (ГОСТ 19.301 - 79);
5. «Программа распознавания рукописных букв латинского алфавита на основе нейронной сети». Текст программы (ГОСТ 19.401 - 78).

## Специальные требования к программной документации

* 1. Вся документация сдается в печатном виде, при этом она должна быть подписана руководителем организации, утвердившей документ на разработку, руководителем разработки и исполнителем;
  2. вся документация также сдается в электронном виде в формате .pdf или .docx. в архиве формата .rar. Все документы перед защитой курсовой работы должны быть загружены в информационно-образовательную среду НИУ ВШЭ LMS (Learning management system) в личном кабинете во вкладке «Проекты» - «Курсовая работа».

# ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

## Ориентировочная экономическая потребность

Программа разработана в учебных целях. Она демонстрирует работу сверточных нейронных сетей в задаче распознавания образов, дает возможность начать знакомство с данным типом сетей. К проекту прилагается размеченные и обработанные входные данные для обучения: более тысячи векторов пикселов изображений латинских букв.

## Предполагаемая потребность

На данный момент существует множество примеров решения задачи классификации образов, но немногие предоставляют возможность удобно и быстро создавать пользовательские изображения и подавать их на вход нейронной сети для проверки качества ее работы. Этим и отличается этот продукт.

# СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

1. **Техническое задание**
   1. Формулировка задач, которые должен выполнять продукт.
      1. Определение основной функции проекта
      2. Определение концепта пользовательского интерфейса
   2. Формулировка требований к входным и выходным данным
      1. Определение размеров и формата входных изображений
      2. Определение кол-ва классов для распознавания
   3. Выбор инструментов реализации
      1. Инструменты и методы проектирования искусственной нейронной сети (ИНС) и разработки процесса ее обучения
      2. Инструменты и методы проектирования пользовательского графического интерфейса
   4. Определение способа взаимодействия графического интерфейса и ИНС
2. **Эскизный проект**
   1. Создание наброска структуры сети
      1. Выбор типа ИНС
      2. Создание подготовительной версии структуры сети
   2. Выбор предварительных алгоритмов и инструментов работы и обучения ИНС
      1. Выбор оптимального функционала ошибки для оценки работы ИНС
      2. Выбор алгоритма оптимизации для обучения ИНС
   3. Создание обучающей выборки
      1. Определение кол-ва необходимых изображений для каждого образа для качественного обучения ИНС
      2. Создание необходимого числа изображений 28x28 пикселов в формате JPG
   4. Разработка функционирующей ИНС
      1. Разработка методов перевода изображения в формате JPG в вектор пикселов
      2. Разработка выбранной предварительной структуры сети
      3. Разработка процесса обучения ИНС
   5. Проектирование графического интерфейса
      1. Определение необходимых элементов интерфейса
      2. Проектирование расположения элементов
   6. Разработка прототипа графического интерфейса
      1. Создание формы
      2. Добавление элементов интерфейса на форму
      3. Разработка методов, реализующих функции элементов интерфейса
3. **Технический проект**
   1. Тестирование ИНС
      1. Проверка качества обучения ИНС на разных разбиениях обучающего и тестового множествах
      2. Исправление ошибок
      3. Окончательный выбор оптимального алгоритма обучения и функционала ошибок
      4. Корректировка гиперпараметров сети
   2. Финальное обучение ИНС
      1. Обучение ИНС на всем множестве примеров
      2. Сохранение обновленных гиперпараметров
   3. Тестирование графического интерфейса
      1. Проверка функционирования активных элементов формы
      2. Тестирование интерфейса на аварийное завершение
   4. Модификация скрипта работы ИНС для работы в режиме сервера
   5. Тестирование работы ИНС в режиме локального сервера
4. **Рабочий проект**
   1. Модификация графического интерфейса для совместного работы с сервером
   2. Тестирование ИНС на пользовательских изображениях, полученных в графическом интерфейса
   3. Исправление ошибок
5. **Внедрение**
   1. **Подготовка и защита программного продукта**
6. подготовка программы и программной документации для презентации и защиты;
7. утверждение дня защиты программы;
8. презезентация разработанного программного продукта;
9. передача программы и программной документации в архив НИУ ВШЭ.

# ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

**8.1 Виды испытаний**

Приемо-сдаточные испытания программы должны проводиться согласно разработанной и согласованной «Программы и методики испытаний».

Ход проведения приемо-сдаточных испытаний документируется в Протоколе проведения испытаний.

**8.2 Общие требования к приемке работы**

Продукт принимается только при условии работоспособности программы при вводимых в неё различных данных; при соответствии требованиям технического задания и при наличии полного пакета документации.

**Приложение 1**

**Список используемой литературы**

1. ГОСТ 19.101-77 Виды программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
2. ГОСТ 19.102-77 Стадии разработки. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
3. ГОСТ 19.103-77 Обозначения программ и программных документов. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
4. ГОСТ 19.105-78 Общие требования к программным документам. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
5. ГОСТ 19.106-78 Требования к программным документам, выполненным печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
6. ГОСТ 19.201-78 Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
7. ГОСТ 19.604-78 Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
8. ГОСТ 19.301-79 Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению. //Единая система программной документации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
9. Статья «Методы оптимизации нейронных сетей», Павел Садовников [Электронный ресурс]//  
   URL: <https://habrahabr.ru/post/318970/> (Дата обращения: 09.05.2017, режим доступа: свободный).
10. Статья «Convolutional Neural Networks for Visual Recognition», Stanford University [Электронный ресурс]//

URL: <http://cs231n.github.io/convolutional-networks/> (Дата обращения: 09.05.2017, режим доступа: свободный).

# ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц) в документе | № документа | Входящий № сопроводительного документа и дата | Подпись | Дата |
| измененных | замененных | новых | аннулированных |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |