|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ Информатика, искусственный интеллект и системы управления

КАФЕДРА Системы обработки информации и управления

**ОТЧЕТ**

***ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №7***

***НА ТЕМУ:***

***Спутниковые снимки***

Студент \_\_ИУ5-22М\_\_ **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_П.А. Бибиков**

(Группа) (Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Преподаватель **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_А.И.Канев\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

2025 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[ЗАДАНИЕ 3](#_heading=h.j20502vi4mn0)

[Часть 1. Комбинации моделей в ансамбле. 4](#_heading=h.q8ndrhd0vo1y)

[Часть 2. Подбор весов для WeightedAverageLayer. 4](#_heading=h.derqd6f27vq7)

[Часть 3. Stacking Ensemble 5](#_heading=h.borkyes61z3)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 6](#_heading=h.l2kwkqdj431p)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 7](#_heading=h.q65jjvhpq50l)

# ЗАДАНИЕ

Создать и сравнить три вида ансамблей (Average, WeightedAverageLayer, Stacking Ensemble) на основе моделей бинарной сегментации поврежденных областей леса.

Задания для самостоятельной работы

1. Попробуйте разные комбинации моделей в ансамбле, поменяйте их количество
2. Подберите лучшие веса для WeightedAverageLayer
3. Поменяйте выходную часть в Stacking Ensemble (количество слоёв, их параметры)

# Часть 1. Комбинации моделей в ансамбле.

Изначальные точность предобученных 5 моделей. Запустим исходную модель и посмотрим результаты. Полученные результаты в таблице ниже.

Таблица 1 – Точности предобученных моделей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Model\_1 | Model\_2 | Model\_3 | Model\_4 | Model\_5 | Ensemble |
| 0.7834 | 0.7897 | 0.7134 | 0.7056 | 0.6921 | 0.7767 |

Таблица 2 - Сравнительная таблица Average Ensemble

|  |  |
| --- | --- |
| Модели в ансамбле | Dice score |
| model1, model3, model4, model2 | 0.7434 |
| model1, model3, model4 | 0.8312 |
| Model1, model3 | 0.7678 |
| model1, model2, model3, model4, model5 | 0.7424 |

Наиболее качественным оказался ансамбль, состоящий из моделей 1, 3, 4 возьмём его.

# Часть 2. Подбор весов для WeightedAverageLayer.

Будем использовать WeightedAverageLayer. Наиболее качественным оказался ансамбль, состоящий из моделей 1, 3, 4, возьмём его.

Таблица 3 - Сравнительная таблица Average Ensemble

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вес model1** | **Вес model2** | **Вес model3** | **Вес model4** | **Вес model5** | **Dice** |
| 0.6 | 0 | 0.3 | 0.1 | 0 | 0.77 |
| 0.6 | 0 | 0.25 | 0.15 | 0 | 0.76 |
| 0.8 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0 | 0.8 |

Наиболее качественным оказался ансамбль, состоящий из моделей 1, 3, 4 и весами 0.8, 0.1, 0.1 соответственно, возьмём его.

**Часть 3. Stacking Ensemble**

Мы можем обучить мета-ученика, который будет сочетать прогнозы из подмоделей и в идеале делать предсказания точнее, чем любая отдельная подмодель. В качестве мета-ученика можно использовать МЛ-модель (линейную регрессию и т.д.) или нейронную сеть. Во втором случае можно рассматривать исходный ансамбль как единую большую модель (multi-headed model).

Таблица 4 - Сравнительная таблица Stacking Ensemble

| **Название моделей для обучения** | **Эпохи и батчи** | **Скорость обучения** | **Каналы** | **Dropout** | **Dice** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Model1, model3, model4 | 23 epochs, 40 batchs | 0.199132 | 16 | - | 0.7648 |
| 23 epochs, 40 batchs | 0.199132 | 16 | 0.2 | 0.7654 |
| 23 epochs, 40 batchs | 0.199132 | 25 | 0.5 | 0.7706 |
| 100 epochs, 80 batchs | 0.099622 | 16 | 0.5 | 0.7776 |
| 70 epochs, 50 batchs | 0.099622 | 25 | 0.1 | 0.7900 |
| Model1, model2, model3, model4 | *70 epochs, 80 batchs* | *0.199164* | *16* | *0.5* | *0.8047* |
| 70 epochs, 80 batchs | 0.199164 | 25 | 0.5 | 0.8001 |
| 100 epochs, 70 batchs | 0.099524 | 16 | 0.3 | 0.7987 |
| Model1, model2, model3, model4, model5 | 70 epochs, 60 batchs | 0.199178 | 25 | 0.5 | 0.7976 |
| 100 epochs, 60 batchs | 0.099524 | 16 | 0.5 | 0.7942 |

Подмодели могут быть встроены в более крупную многоголовую нейронную сеть, которая затем учится, как лучше всего комбинировать прогнозы из каждой входной подмодели.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе лабораторной работы были созданы и сравнены три вида ансамблей (Average, WeightedAverageLayer, Stacking Ensemble) на основе моделей бинарной сегментации поврежденных областей леса.

Были созданы разные комбинации моделей в ансамбле, а также изменено их количество. Это позволило оценить влияние различных комбинаций моделей на итоговое качество ансамбля.

Были подобраны веса для WeightedAverageLayer. Это позволило улучшить качество по сравнению с Average, однако, надо понимать, что не следует задавать слишко большое значение в сторону одной модели.  
 В случае Stacking Ensemble, производилось обучение мета ученика, нейронная сеть подбирала наиболее оптимальные параметры для наших моделей. Также получилось улучшить качество сегментации за счет изменения количества слоев и их параметров.

В итоге были получены три вида ансамблей, которые были сравнены между собой по качеству сегментации поврежденных областей леса. Результаты сравнения представлены в таблице. Наилучшие результаты были получены при использовании Stacking Ensemble.

Наилучшие результаты в **Average Ensemble** показала комбинация **Model\_1, Model\_3 и Model\_4** (Dice = **0.8037**), что превзошло как отдельные модели, так и полный ансамбль из 5 моделей (Dice = 0.7389). Это говорит о том, что не всегда добавление большего числа моделей улучшает качество — важна их совместимость и взаимодополняемость.

Наилучший результат (**Dice = 0.8**) достигнут при весах: **Model\_1 — 0.8** (наибольший вклад), **Model\_3 — 0.1, Model\_4 — 0.1.** Оптимальные гиперпараметры: **70 эпох, batch\_size=80, Learning rate = 0.199148, 16 каналов, Dropout=0.5.** Stacking Ensemble оказался эффективнее простого усреднения, так как мета-модель адаптивно комбинирует предсказания, учитывая их взаимосвязи.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания к лабораторным работам. Источник: <https://github.com/iu5git/Deep-learning>
2. Материал видео-лекций по предмету “Разработка нейросетевых систем”. Источник: [Deep learning - YouTube](https://www.youtube.com/playlist?list=PLLELLTvDgUQ_d9eUj_3XVpAdGByuU37kT)