

Дослідження і розробка  
обчислювальної мережі в концепції  
Інтернет речей з використанням  
штучних нейронних мереж

Виконав: Попеляєв Денис Павлович

Керівник: Харченко Костянтин Васильович

# Актуальність

- Технологія машинного навчання, як і інтернету речей вже є досить популярними та все більш використовуються в різноманітних областях. Велика кількість задач може успішно вирішуватися за допомогою нейронних мереж, а технологія IoT має значний потенціал та постійно розвивається.
- Актуальність роботи полягає в тому, що оптимізація навчання нейронної мережі в технології інтернету речей пришвидшить процес навчання та зменшить затрачувані ресурси, які в контроллерах IoT зазвичай обмежені.

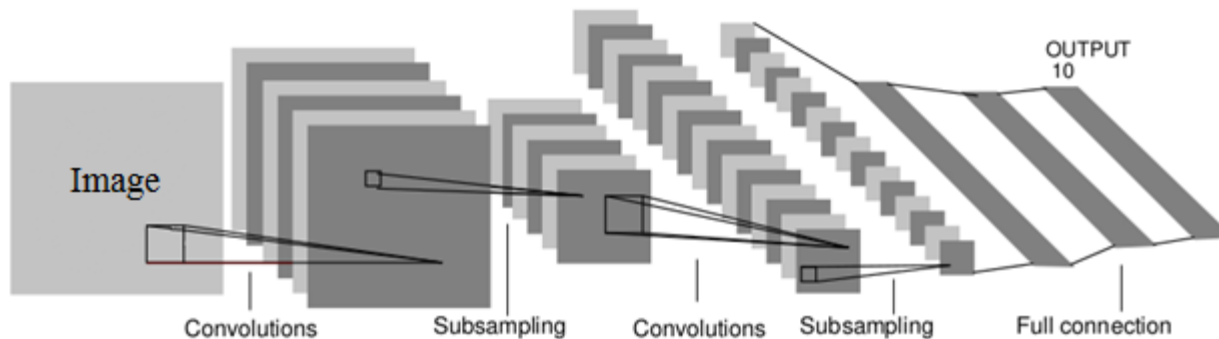
**Ціль:** Дослідити підхід до зменшення необхідної кількості графічних навчальних даних для нейронних мереж для оптимізації їх використання в технології Інтернету речей.

### **Задачі:**

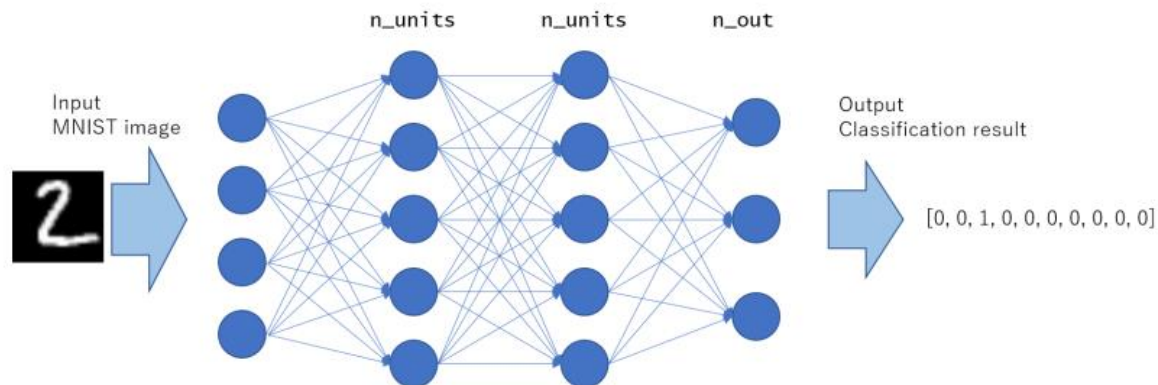
- виявити характер залежності результатів навчання нейронної мережі від доступної кількості навчальних даних
- реалізувати та проаналізувати рішення з штучним збільшенням навчальних даних
- оцінити можливість використання рішення в контроллерах IoT

# Створення тестових моделей нейронних мереж

- **convolutional neural network (CNN)**



- **multilayer perceptron (MLP)**



# MNIST dataset

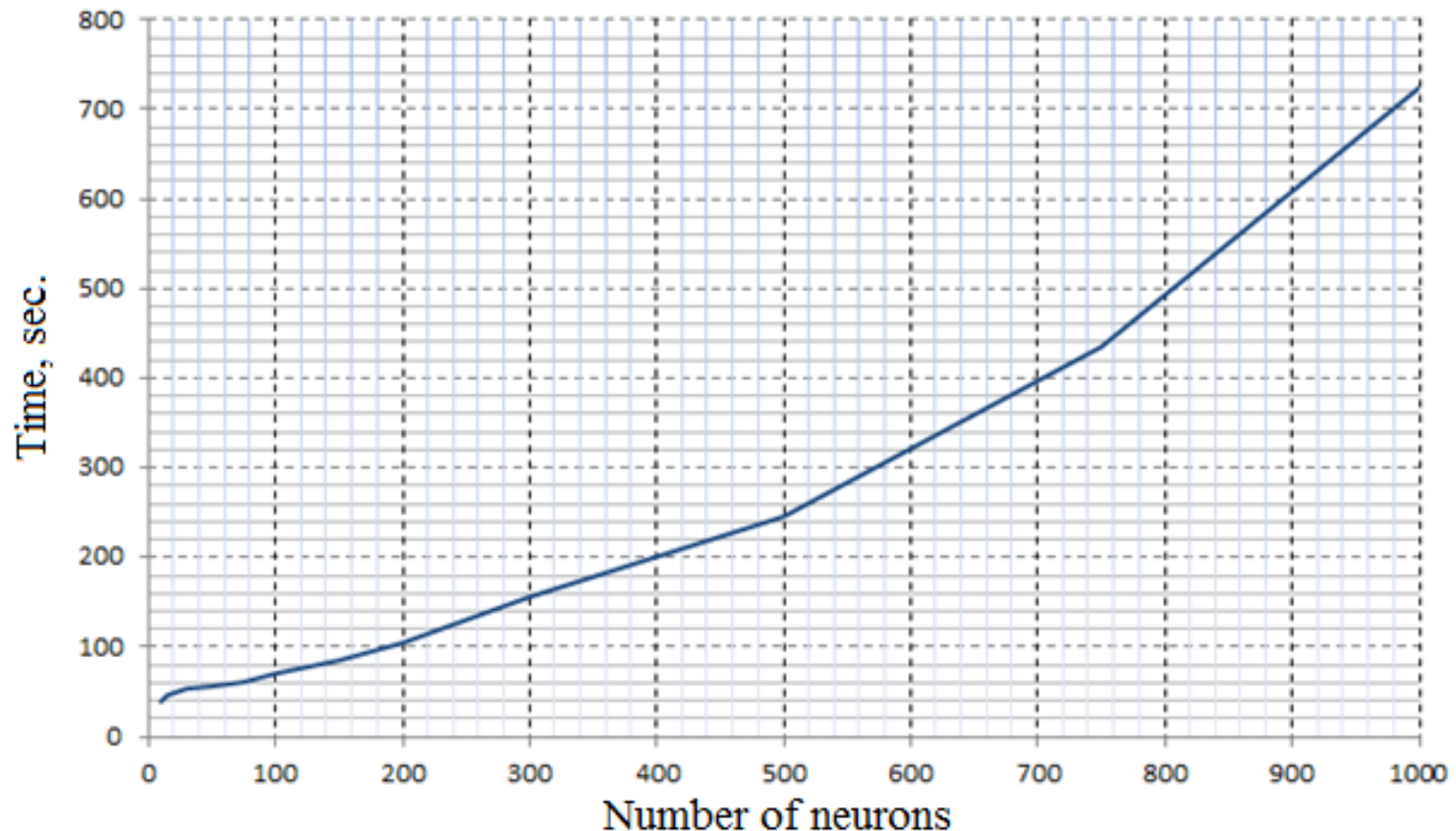
"Mixed National Institute of Standards and Technology"

- 60,000 training images
- 10,000 testing images

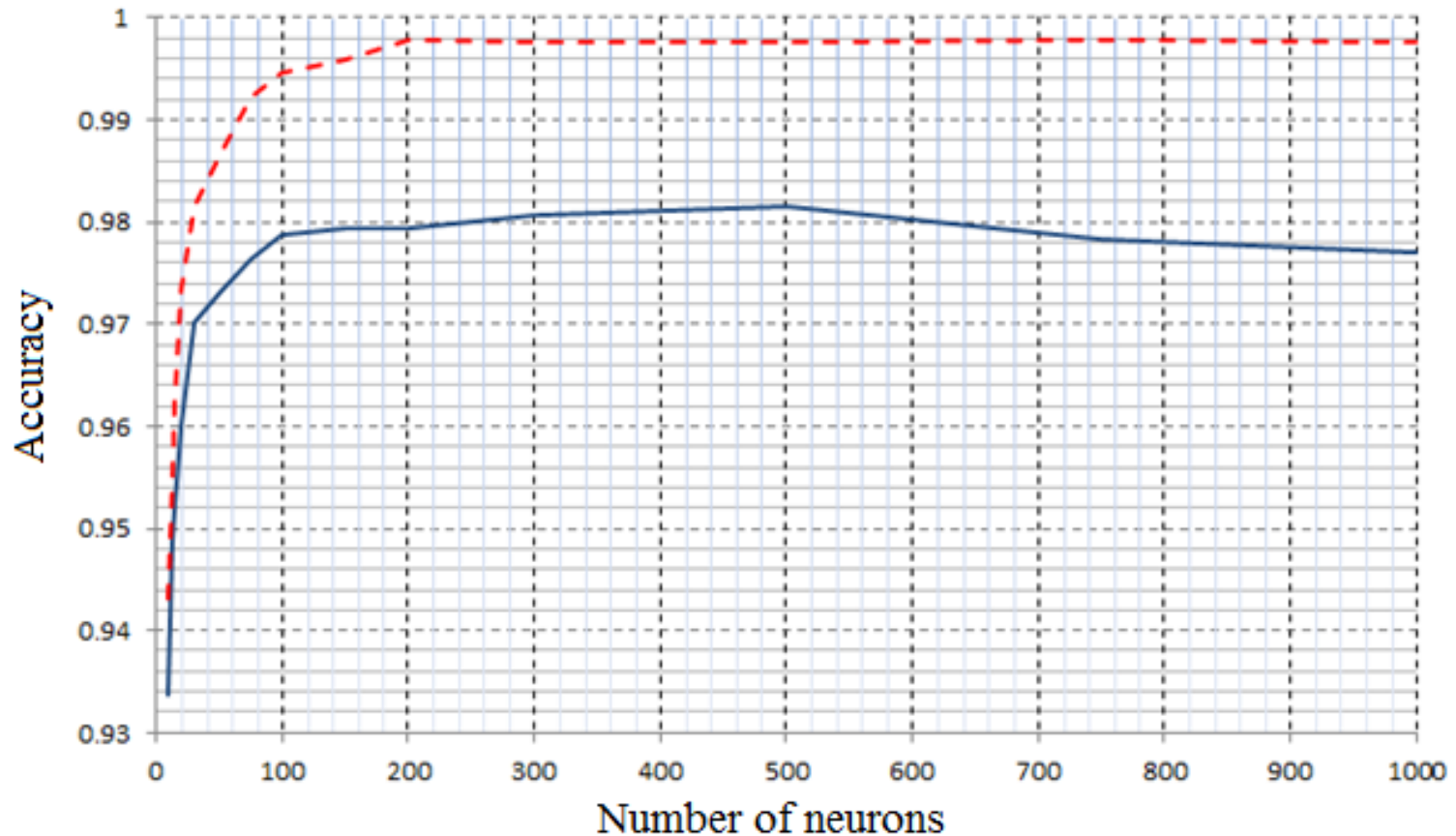


# MLP

Для вибору оптимальної складності моделі було проведено навчання на поступово **збільшуваній** кількості **нейронів в прихованих шарах**.



# MLP



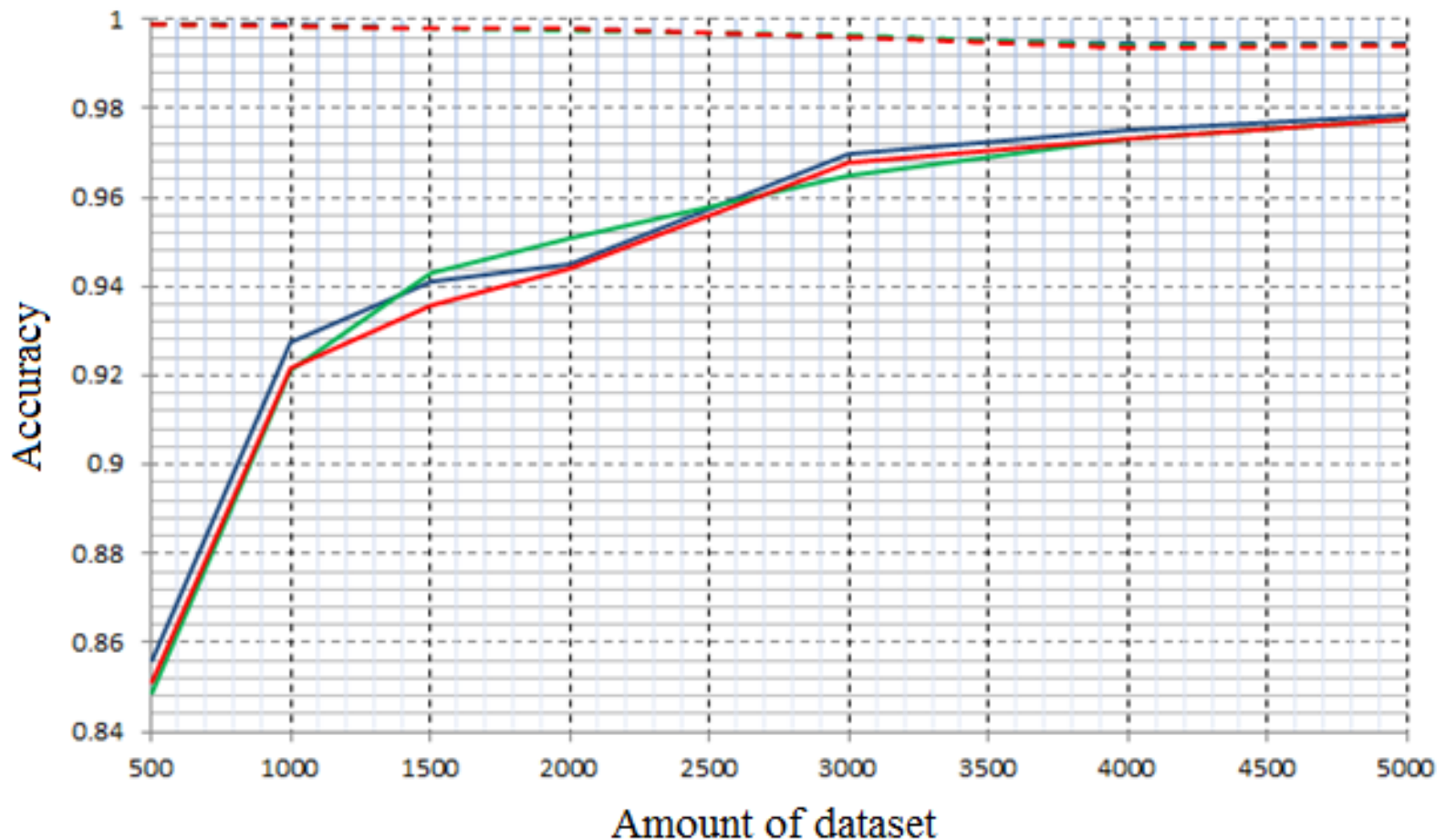
## Результати:

- Вихід на асимптотичний рівень класифікації при кількості нейронів в прихованому шарі  $\sim 100-120$
- Перенавчання (overfitting) для більш складних моделей при кількості нейронів в прихованому шарі  $>600$

# MLP

Проведено навчання на поступово збільшуваному об'ємі навчальних даних.

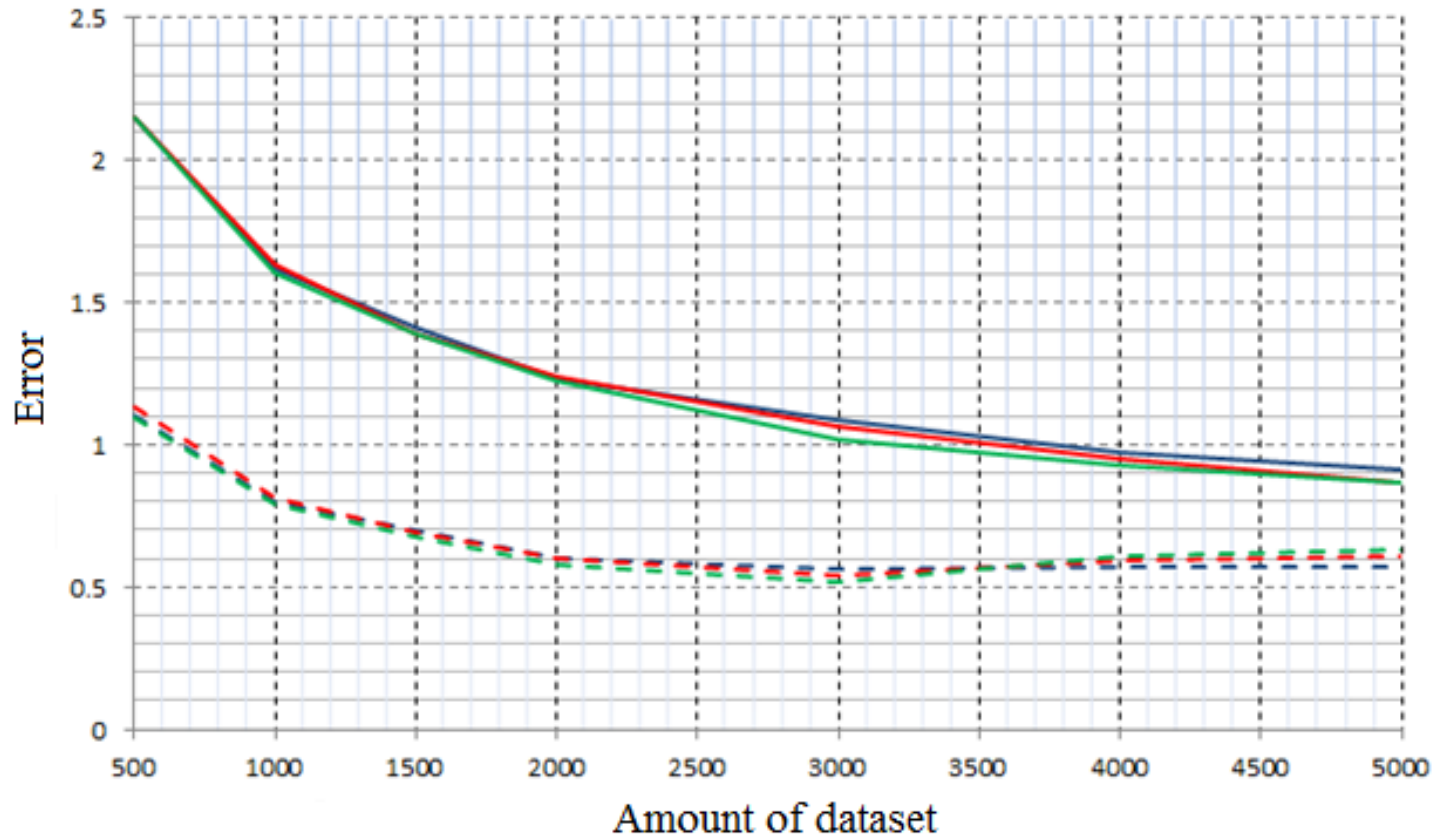
**Висновок** – збільшення доступного об'єму датасету зменшує рівень перенавчання при сталих параметрах моделі нейронної мережі.





# CNN

Проведено аналогічний дослід для **convolutional neural network**. Показано залежність **похибки** від **розміру навчального датасету**.



**Висновок** – збільшення доступного об'єму датасету зменшує рівень перенавчання при сталих параметрах моделі нейронної мережі.

# Dataset augmentation

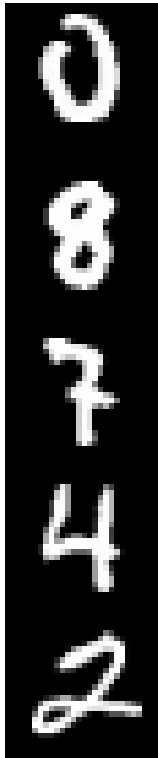
Розроблено додаток на мові Python з використанням бібліотек matplotlib та skimage, задачею якого є **створення штучних зображень на основі вже існуючих**.

## Використання:

- Вибрати директорію з датасетом
- Задати необхідну кількість нових зображень

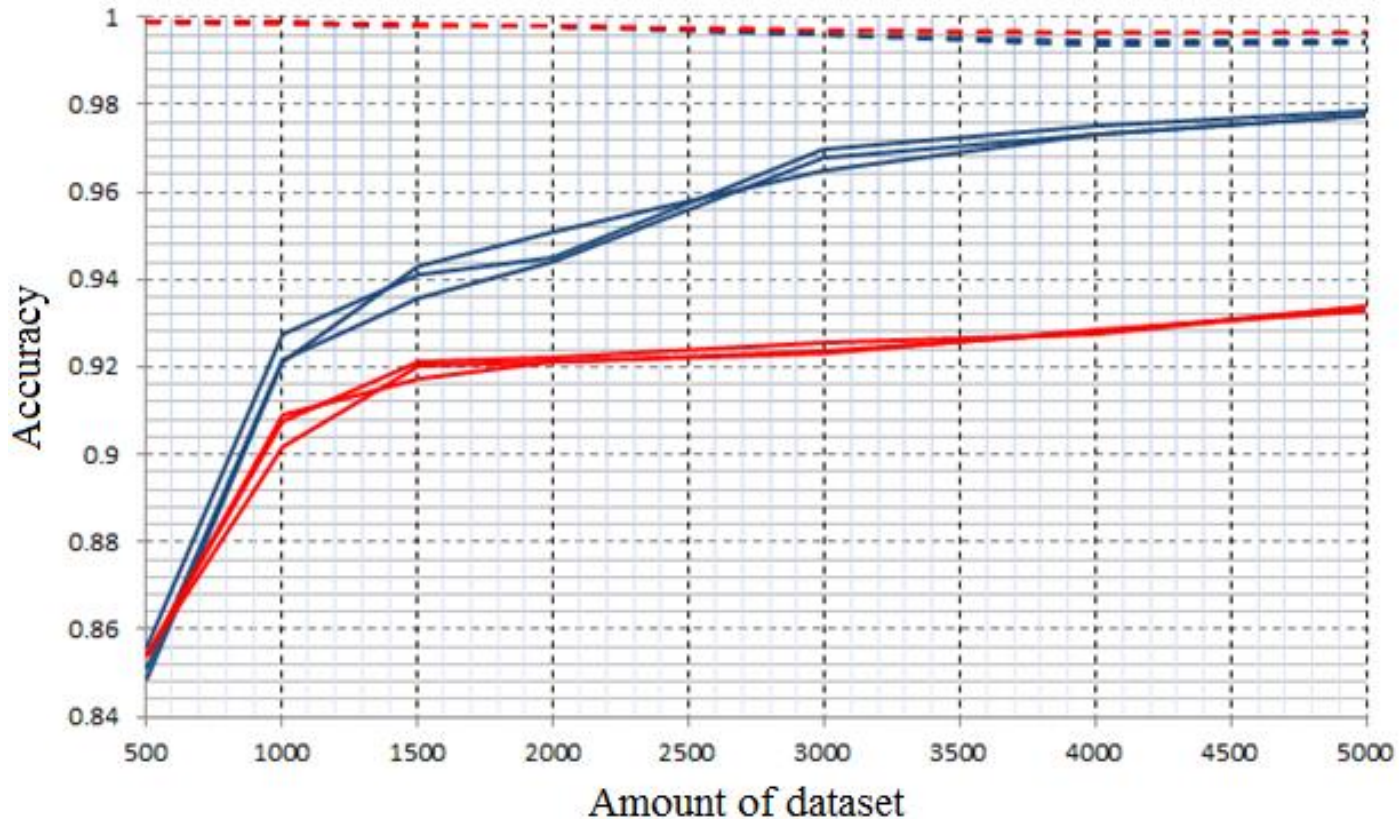
```
rand_angle = random.randint(0, 360) # поворот на випадковий кут
print("Angle = " + str(rand_angle))
image_rotated = rotate(image, rand_angle)
rand_scale = random.randint(80, 150) / 100
print("Scale = " + str(rand_scale))
tf_sc = transform.SimilarityTransform(scale=rand_scale) # масштабування на
# коефіцієнт від 0.8 до 1.5
image_scaled = transform.warp(image_rotated, tf_sc, output_shape=(28, 28))
rand_translX = random.randint(0, 10) - 5
rand_translY = random.randint(0, 10) - 5 # зрушення по осі абсцис та ординат на
# випадкову кількість пікселів в межах -5;5
print("Shift = [" + str(rand_translX) + ", " + str(rand_translY) + "]")
tf_shift = transform.SimilarityTransform(translation=[rand_translX, rand_translY])
image_shifted = transform.warp(image_scaled, tf_shift, output_shape=(28, 28))
img.imsave(str(aug_dir) + "aug" + str(nums) + "_"
            + str(augm_from) + "_" + str(int(mul)) + ".png",
            image_shifted, cmap=plt.cm.gray) # збереження штучно створених
# зображень
```

# Dataset augmentation



# MLP + Dataset augmentation

Моделюється ситуація, коли доступна лише **обмежена кількість** оригінальних зображень. Відбувається поступове **збільшення вибірки за рахунок штучних зображень**.

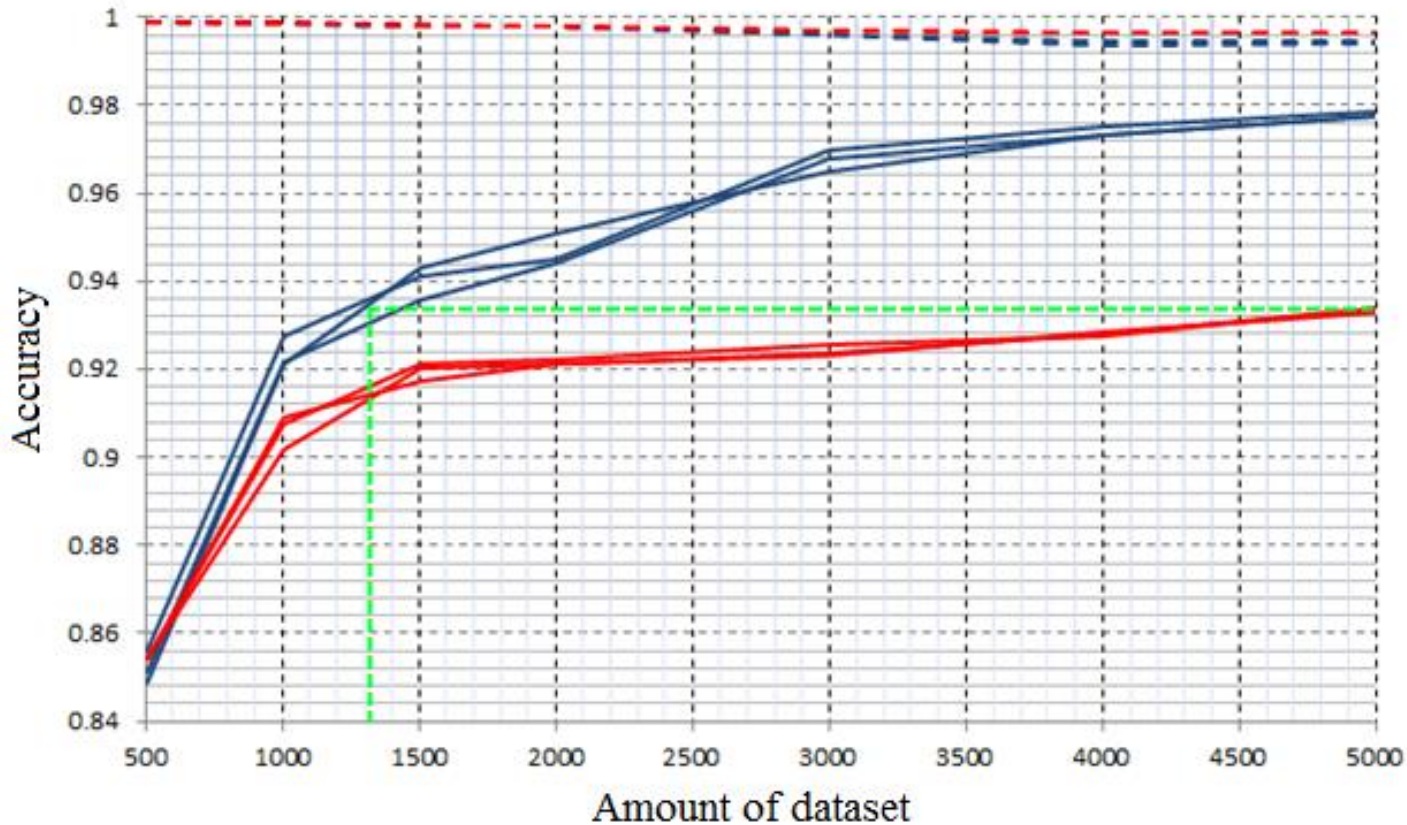


- Оригінальний датасет
- Датасет з штучними зображеннями

**Результати** – хоча кількість оригінальних зображень не збільшується, мережа показує кращі результати на тестовій вибірці.

# MLP + Dataset augmentation

Моделюється ситуація, коли доступна лише **обмежена кількість** оригінальних зображень. Відбувається поступове **збільшення вибірки за рахунок штучних зображень**.

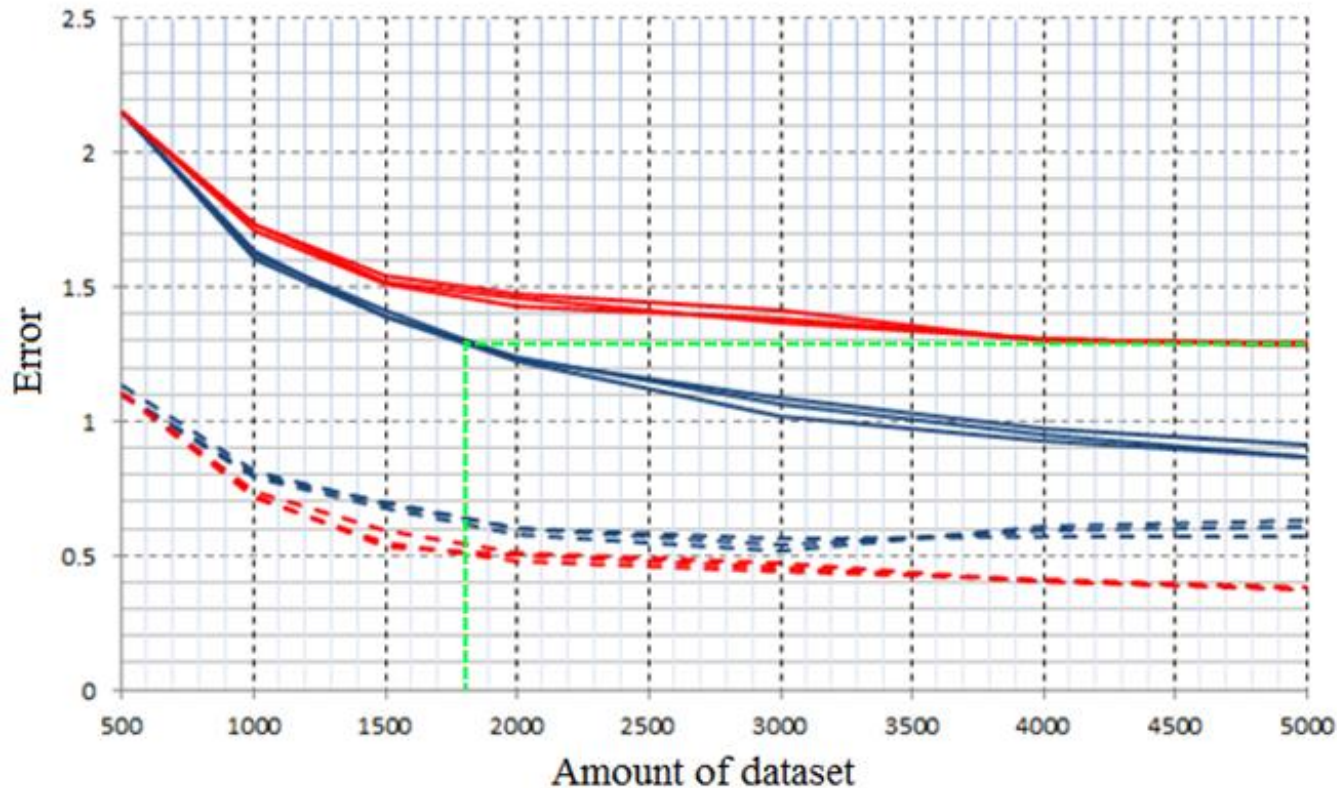


- Оригінальний датасет
- Датасет з штучними зображеннями

Результат, що був показаний для датасету з 500 оригінальних + 4500 штучних відповідає результату для ~1300 оригінальних зображень.

# CNN + Dataset augmentation

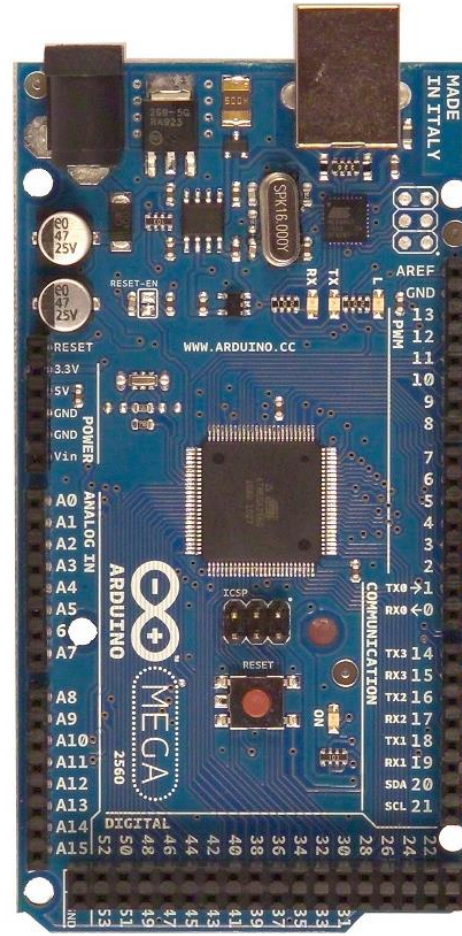
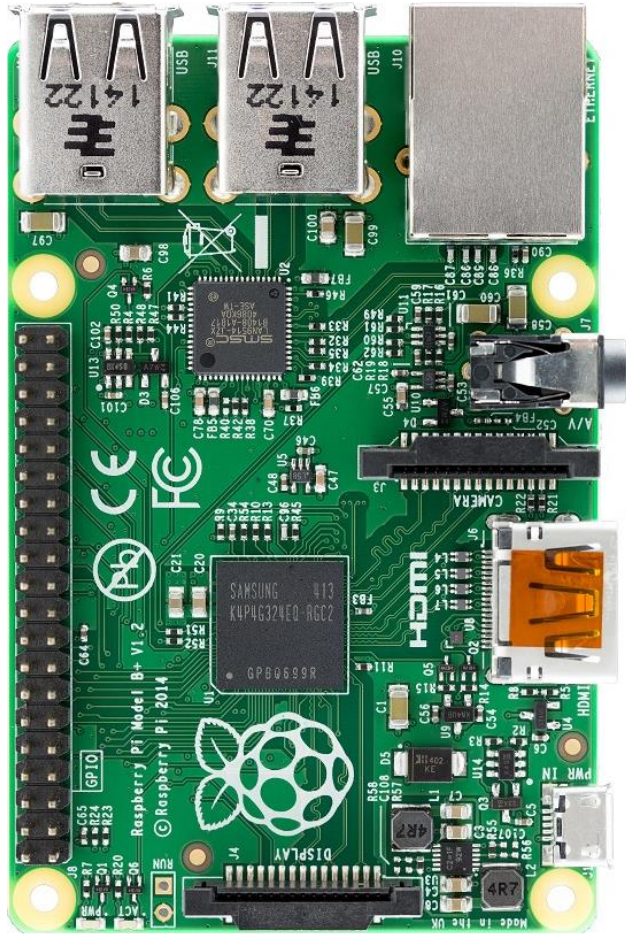
Моделюється ситуація, коли доступна лише **обмежена кількість** оригінальних зображень. Відбувається поступове **збільшення вибірки за рахунок штучних зображень**.



- Оригінальний датасет
- Датасет з штучними зображеннями

Результат, що був показаний для датасету з 500 оригінальних + 4000 штучних відповідає результату для ~1800 оригінальних зображень.

# Мікроконтролери IoT



# Висновки

- Досліджена **область спільного застосування** технологій IoT та НН.
- Проаналізовано **процес створення датасетів** для нейронних мереж, виявлені та **розглянуті основні проблеми**, що притаманні датасетам
- Дослідженні методи покращення якості датасетів, зокрема **аугментація даних**.
- Створені **тестові моделі** найпопулярніших архітектур (CNN та MLP) та експериментально обрані їх оптимальні параметри.
- Розроблено **програмний додаток** для аугментації даних та **протестовано** на створених моделях.
- Розглянута можливість застосування на **контроллерах IoT**



# Стартап-проект

**Виконано аналіз програмного продукту у якості стартап-проекту.**

- У проекту є можливість комерціалізації, адже ринок технологій нейронних мереж стрімко розвивається, створюються нові додатки які, в свою чергу, стимулюють попит на різноманітні допоміжні засоби для навчання нейронних мереж.
- Обрана цільова група потенційних клієнтів – корпоративні промислові розробники застосунків з використанням нейронних мереж.
- Конкурентноспроможність завдяки малій собівартості через повну реалізацію на програмному забезпеченні, що не потребує витрат на спеціалізоване обладнання, а також кросплатформенність.