

# Classifier for Handwritten Hebrew Letters with Neural Networks

תאריך ההגשה: 28.04.2022, שעה 23:59

בתרגיל זה עליכם לבנות Feedforward neural network לסיווג תמונות של אותיות ממאגר HHD\_0, שמורכב מאותיות בכתב יד בעברית – אותו המאגר שעבדתם איתו בתרגיל בית 1.

מטרת התרגיל היא לאמן רשת נוירונים לסווג אותיות.

העבודה תחולק למספר צעדים:

1. עיבוד מקדים (pre-processing)

צעדים a-c זהים לאלו שהיו בתרגיל 1, **נוסף שלב d** – הפיכת תמונה ל-negative. לרוב, עבודה עם negative בתמונות טקסט משפרת את הדיוק.

a. המירו את התמונה לגוני אפור (greyscale)

b. הוסיפו לתמונה ריפוד לבן (padding) כדי שגודלה יהיה מרובע

- אם רוחב התמונה קטן מגובה, יש להוסיף padding מימין ומשמאל

- אחרת, אם רוחב גדול מגובה, יש להוסיף padding מלמעלה ולמטה

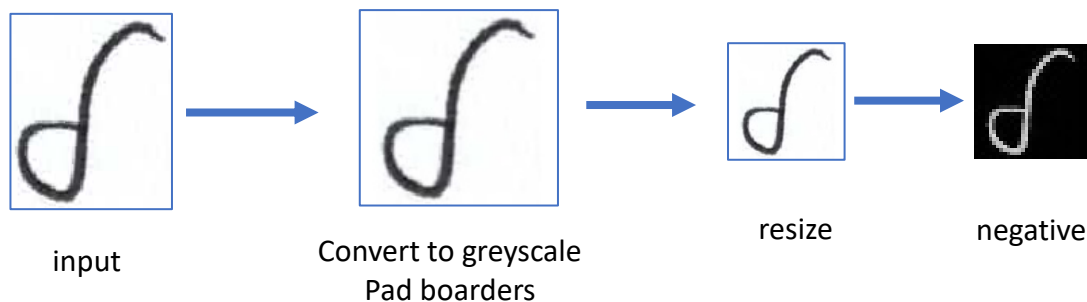
אפשר להיעזר בפונקציית [cv2.copyMakeBorder](#) של OpenCV.

c. העבירו את התמונה לגודל אחיד (32,32) בעזרת פונקציית cv2.resize

d. **הפכו את התמונה ל-negative**. הפיכת תמונה לנגטיב ניתן לבצע באמצעות הפקודה

$dst = 255 - dst$

שימו לב כי שלב זה לא הופיע בתרגיל הקודם



1. חילקו את המאגר באופן אקראי לשלוש קבוצות

training, validation, and testing sets.

החלוקה תהיה ביחס 80% ל-training, 10% ל-validation, ו-10% ל-testing.

חידוד: תמונות של כל אות צריכות להופיע בכל אחת מהקבוצות ביחס 80%:10%:10%.

בשלב 2, אתם תשתמשו ב-training set כדי לאמן רשת נוירונים, וב-validation

כדי לבדוק את הביצועים של המודל בקונפיגורציות שונים (למשל, הוספת רגולריזציה).

את המודל הסופי (זה שנתן תוצאות הכי טובות על validation set) תריצו על ה-

testing set כדי לחשב את הדיוק על קבוצת הנתונים אותה המודל לא ראה במהלך

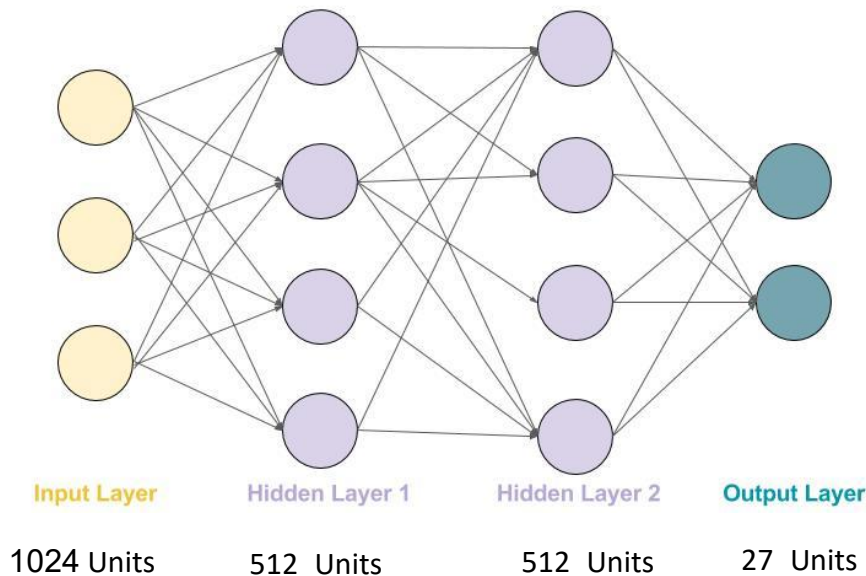
האימון.

## 2. אימון (training).

בשלב זה יש לבנות ולאמן רשת נוירונים בקונפיגורציות שונות.

המודל יהיה מורכב מ:

- שכבת קלט עם 1024 units ו-ReLU activation function (תמונה בגודל  $32 \times 32$  מעבירים לוקטור עם 1024 אלמנטים)
- שתי שכבות מסותרות (hidden layers) עם 512 units כל אחת
- שכבת פלט עם 27 units ו-softmax activation function



יש לאמן את רשת במספר קונפיגורציות, 50 epochs בכל קונפיגורציה

1. ללא regularization

2. עם הוספת L1 regularization עם בכל השכבות פרט לשכבת הפלט

• עם ערכים של למבדה  $\lambda = 0.001$ ,  $\lambda = 0.01$

3. עם הוספת L2 regularization בכל השכבות פרט לשכבת הפלט

• עם ערכים של למבדה  $\lambda = 0.001$ ,  $\lambda = 0.01$

4. עם הוספת dropout עם  $p = 0.5$  בכל השכבות פרט לשכבת הפלט

5. עם הוספת שתיהם L2 ו-dropout בכל השכבות פרט לשכבת הפלט

• עם ערכים של למבדה  $\lambda = 0.001$ ,  $\lambda = 0.01$  ו- $p = 0.5$

**לאחר הניסויים, יש לבחור את המודל שנתן ביצועיים הכי טובים על validation set**

## 3. הערכת ה-NN על testing set.

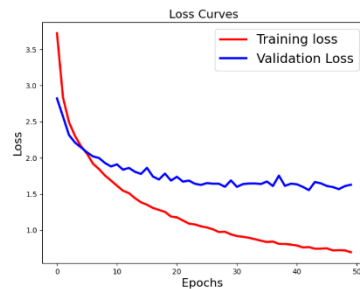
ברגע שמצאתם את הקונפיגורציה הטובה ביותר, יש להעריך את התוצאות של NN על

testing set ולדווח את התוצאות.

## פלט התוכנית יכלול

1. קובץ טקסט בשם "results.txt" שיכיל:

- a. קונפיגורציה של המודל הסופי
- b. תמונה עם עקומות Loss על **training & validation sets** עבור המודל הסופי. ראו דוגמה:



- c. דיוק אליו הגיע המסווג על **testing set** עבור כל אחת מהאותיות (27 אותיות שונות) ודיוק ממוצע בפורמט

Letter	Accuracy
0	...
1	...
...	...
26	...
-----	-----
Avg	...

2. [Confusion matrix](#) עבור התוצאות בקובץ excel/scv בשם "confusion\_matrix.csv". בלינק המצורף של ויקיפדיה נמצא הסבר מהי [Confusion matrix](#)

### הרצת התוכנית תתבצע משורת הפקודה בפורמט

```
> python nn_classifier.py path
```

כאשר `nn_classifier.py` הוא שם התוכנית ו-`path` הוא מסלול לתיקייה עם המאגר.

ניתן לעשות זאת מתוך PyCharm באופן הבא:



### הגשה:

יש להגיש קובץ `zip` שמכיל את הקבצים הבאים:

1. קובץ קוד עם התוכנית.

הקוד שהוגש צריך לכלול ניסויים עם אימון ובחירת מודל, והרצת המודל הסופי על `testing set`. את עיבוד מקדים וחלוקה לקבוצות אפשר לא לכלול.

2. קובץ [readme.txt](#)

The readme.txt should include the following information:

#### **The authors' contact information**

#### **Description**

A brief description of your program.

#### **Environment**

Describe the OS and compilation requirements needed to compile and run the program

#### **How to Run Your Program**

Provide instructions and examples so users how to run the program.

Describe if there are any assumptions on the input.

You can also include screenshots to show examples.

3. קבצים `results.txt` ו-`confusion_matrix.csv` בפורמט שמתואר למעלה

#### **אופן הבדיקה:**

הבדיקה תתבצע בצורה פרונטלית (או מקוונת אם בעקבות הגבלות הקורונה לא ניתן יהיה לבצע בדיקה פרונטלית). מועדי הבדיקה ייקבעו בהמשך.

בכל שימוש המאגר `HHD_v0`, יש לתת הפנייה ל-[1]

## **עבודה נעימה!**

#### **References**

[1] [I. Rabaev, B. Kurar Barakat, A. Churkin and J. El-Sana. The HHD Dataset. The 17<sup>th</sup> International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, pp. 228-233, 2020.](#)