

פרויקט גמר יחידות גמר
התמחות – תכנון ותכנות מערכות
Deep learning letter identifier

מגיש: ניר עמית

ת.ז: 213409618

בית ספר: מקיף י"א ראשונים ראשון לציון

כיתה: י"ב 4

מורה: דינה קראוס

תאריך בחינה: 18.6.2020



תוכן עניינים:

4 - 3.....	מבוא.....
5-11.....	מדריך למשתמש.....
12-14.....	מדריך למפתח.....
15.....	מסקנות מהרצת המודל.....
16.....	מסקנות מהרצת המודל.....
17.....	רפלקציה אישית.....
18-19.....	נספחים:

מבוא:

מטרת הפרויקט:

השנה בבית ספרי במסגרת מסלול פיילוט התבקשנו לבצע את פרויקט הגמר שלנו בנושא "למידה עמוקה" (Deep Vision Computer Learning). תחום זה הינו תחום רק גוני העוסק ביכולת לדמות באופן מלאכותי את הליך הלמידה האנושית.

המוח האנושי מורכב מאלפי נוירונים (סוג של תא) כאשר כל תא בפני עצמו אינו מסוגל לבצע פעולה מסובכת כמו קריאה או כתיבה, אך על ידי כל שכל אחד מן הנוירונים עושה פעולה קטנה, ניתן להשיג פעולה גדולה ומורכבת, אשר ערכה גדול מסך חלקיה, כמו לדוגמה קריאה. רשת נוירונים עובדת באופן דומה; היא מורכבת ממאות משקלים אשר כל אחד מהם מבצע פעולה מתמטית פשוטה, אך כאשר בוחנים את סכמ פעולתם מסוגלת התוכנה להבין על מה היא מסתכלת בדיוק יחסי. חשוב להבין שב Deep learning איננו כותבים את התוכנה המזהה באופן ידני, אם כי אנו כותבים תוכנה אשר יוצרת תוכנה (הנקראת מודל) אשר מסוגלת לקרוא תמונות

חשוב להבין שאנו משתמשים ב Deep learning מכיוון שלכתוב באופן ידני תוכנה אשר תזהה את התמונה שעליה היא מסתכלת זה בלתי אפשרי. יש יותר מדי שונות בין תמונות, גם אם הן תמונות של אותו דבר בשביל שיהיה ניתן לתכנת תוכנה באמצעות לוגיקה מסורתית שתוכל לפענח תמונות. על כן אנו משתמשים ב Deep learning.

בפרויקט זה בחרתי לבנות תוכנה אשר תוכל לזהות אותיות כתב באנגלית. בחרתי בנושא זה מכיוון שאני רואה חשיבות רבה בהעשרת הידע האנושי, והשגת מטרה זו על ידי העלאה לאינטרנט של ספרים רבים ככל האפשר. מן הסתם אם ניתן לבן אדם לכתוב את מה שכתוב בספר ייקח לו המון זמן להקליד זאת למחשב, אך אם נצלם את דפי הספר נוכל להעלות אותם לאינטרנט הרבה יותר מהר, ולשם כך דרושה תוכנה אשר תוכל להבין איזה אותיות היא רואה (אשר לרוב אינן ברורות בתצלום).

במהלך הפרויקט נתקלתי במספר אתגרים, אשר העיקרי ביניהם היה להבין איך להתאים את התוכנה לפרויקט הספציפי שלי, מכיוון שאפילו שיש הרבה מדריכים באינטרנט על איך לכתוב תוכנה מסוג זה, מעט מאוד מהם מספקים הסברים בנוגע למה שהם עושים

דרישות להרצת התוכנה:

פייתון 3.7

מערכת הפעלה Windows

המודל משתמש בתמונות מהספרייה emnist, אשר איתם באים קבצים בהם כתובה המשמעות של כל תמונה (על מנת שהמחשב ידע על איזה אות הוא מסתכל וכך יוכל למצוא היגיון)

הספריות הבאות:

Download link	Installation command	Library name
https://pypi.org/project/tensorflow/	Pip install tensorflow	Tensorflow
https://pypi.org/project/Keras/	Pip install keras	Keras
https://pypi.org/project/numpy/	Pip install numpy	Numpy
https://pypi.org/project/emnist/	Pip install emnist	Emnist
https://pypi.org/project/scikit-learn/	Pip install sklearn-learn	Sklearn
https://pypi.org/project/opencv-python/	Pip install opencv-python	Opencv
https://pypi.org/project/matplotlib/	Pip install matplotlib	matplotlib

מדריך למשתמש:

הוראות התקנה:

1. יש להוריד Python 7.3 או גרסה עדכנית יותר -

[/https://www.python.org/downloads](https://www.python.org/downloads)

אם יש לך Python על המחשב, בדוק מהי גרסתו

באמצעות הפקודה: `python - V`

2. יש להתקין במחשב את סביבת העבודה Anaconda, אך ניתן להשתמש בכל סביבת עבודה אחרת כל עוד משתמשים ב `interpreter` של אנקונדה.

לינק להורדה:

<https://www.anaconda.com/products/individual> - Anaconda

3. יש להוריד מספר ספריות קוד אשר בהן הפרויקט משתמש:

Download link	Installation command	Library name
https://pypi.org/project/tensorflow/	Pip install tensorflow	Tensorflow
https://pypi.org/project/Keras/	Pip install keras	Keras
https://pypi.org/project/numpy/	Pip install numpy	Numpy
https://pypi.org/project/emnist/	Pip install emnist	Emnist
https://pypi.org/project/scikit-learn/	Pip install sklearn-learn	Sklearn
https://pypi.org/project/opencv-python/	Pip install opencv-python	Opencv
https://pypi.org/project/matplotlib/	Pip install matplotlib	matplotlib

4. יש להוריד מהgithub שלי את קובץ הפייתון ששמתי שם

5. צריך חיבור אינטרנט

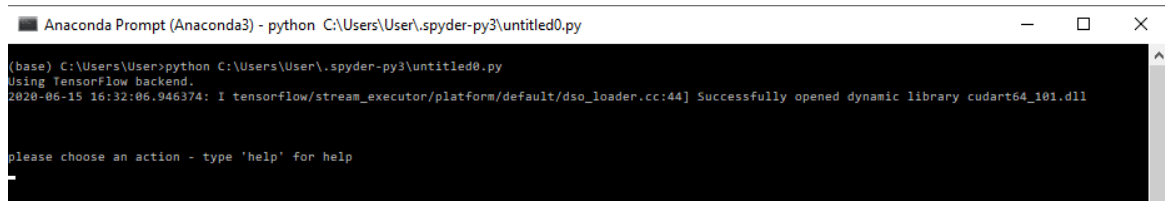
שלבי התוכנה:

יש לפתוח את שורת הפקודה של אנקונדה ולכתוב בה, python רווח ואז את ה path למיקום בו שמרתם את הקובץ



```
Anaconda Prompt (Anaconda3)
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
```

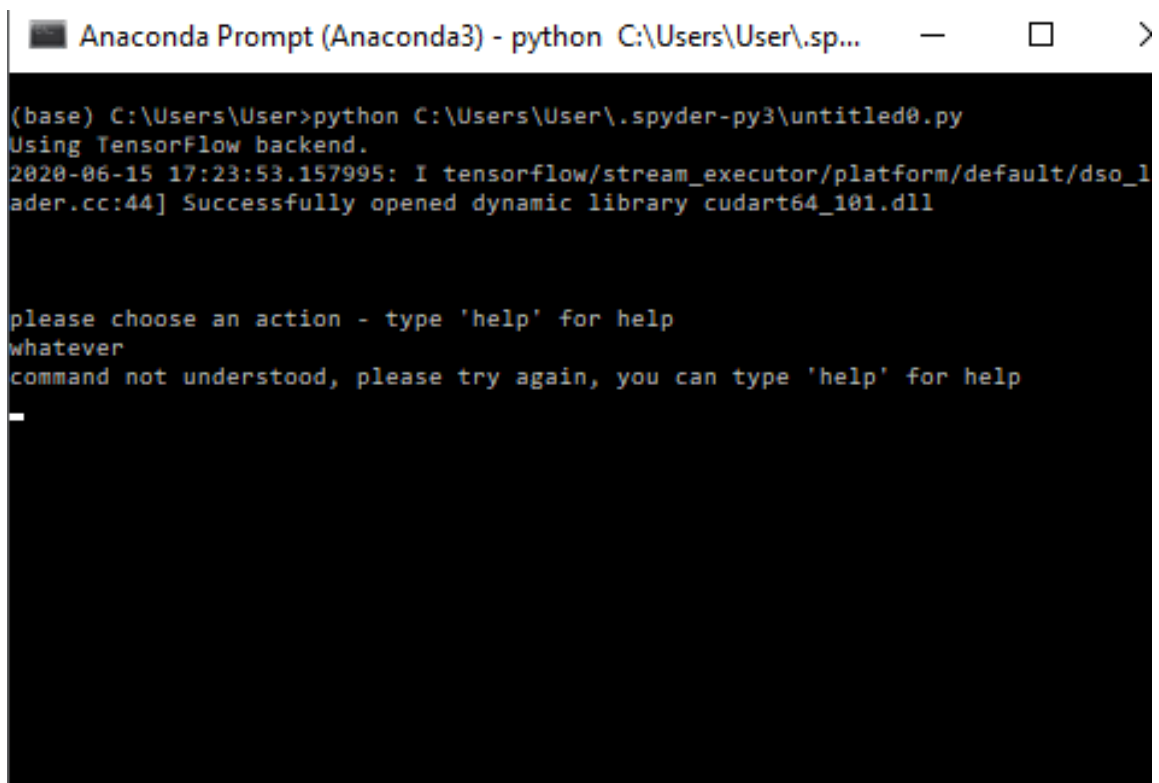
לאחר מכן יופיעו מספר שורות, והתוכנה תבקש מכם לבחור פעולה:



```
Anaconda Prompt (Anaconda3) - python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
Using TensorFlow backend.
2020-06-15 16:32:06.946374: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll

please choose an action - type 'help' for help
_
```

ראשית יש לציין שגם אם נכתוב פקודה אשר התוכנה לא מכירה, היא לא תקרוס, אלא תדפיס הודעה:



```
Anaconda Prompt (Anaconda3) - python C:\Users\User\.sp...
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
Using TensorFlow backend.
2020-06-15 17:23:53.157995: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll

please choose an action - type 'help' for help
whatever
command not understood, please try again, you can type 'help' for help
_
```

לצורך ההדגמה נכתוב help כפי שהתוכנה מציעה:

```
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
Using TensorFlow backend.
2020-06-15 16:37:12.850564: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll

please choose an action - type 'help' for help
help
type 'train' to train a model
type 'load' to load a model
type 'test' to test a model
type 'info' to get information on the model
type 'finish' to finish
```

כאן התוכנה מציעה לנו את האפשרויות שלה, נעבור על כל אחת מהן בתורה.

פעולת info נותנת מידע בסיסי על המודל:

```
Anaconda Prompt (Anaconda3) - python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\.spyder-py3\untitled0.py
Using TensorFlow backend.
2020-06-15 16:37:12.850564: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll

please choose an action - type 'help' for help
help
type 'train' to train a model
type 'load' to load a model
type 'test' to test a model
type 'info' to get information on the model
type 'finish' to finish
info
This model is a deep learning neural network that uses the emnist extended database to train, its goal is to be able to detect written english letters
```

פעולת load מאפשרת להעלות מודל קיים לשימוש:

```
Anaconda Prompt (Anaconda3) - python C:\Users\User\sp...
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\spyder-py3\untitled0.py
Using TensorFlow backend.
2020-06-15 17:16:47.680492: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll

please choose an action - type 'help' for help
help
type 'train' to train a model
type 'load' to load a model
type 'test' to test a model
type 'info' to get information on the model
type 'finish' to finish
load
please input model path
```

אם מוזן path של מודל לא קיים, התוכנה לא תקרוס, אלא תודיע על כך למשתמש:

```
Anaconda Prompt (Anaconda3) - python C:\Users\User\sp...
(base) C:\Users\User>python C:\Users\User\spyder-py3\untitled0.py
Using TensorFlow backend.
2020-06-15 17:16:47.680492: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll

please choose an action - type 'help' for help
help
type 'train' to train a model
type 'load' to load a model
type 'test' to test a model
type 'info' to get information on the model
type 'finish' to finish
load
please input model path
ada
it seems there is no model there,type 'load' to try again
```

אם קיים כזה מודל:


```

please choose an action - type 'help' for help
help
type 'train' to train a model
type 'load' to load a model
type 'test' to test a model
type 'info' to get information on the model
type 'finish' to finish
load
please input model path
ada
it seems there is no model there,type 'load' to try again
load
please input model path
C:\Users\User\spyder-py3\untitled0.py
it seems there is no model there,type 'load' to try again
load
please input model path
C:\Users\User\spyder-py3\True_model
2020-06-15 17:20:12.260982: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library nvcuda.dll
2020-06-15 17:20:12.260982: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1561] Found device 0 with properties:
pciBusID: 0000:01:00.0 name: GeForce GTX 970 computeCapability: 5.2
coreClock: 1.1775GHz coreCount: 13 deviceMemorySize: 4.00GiB deviceMemoryBandwidth: 208.91GiB/s
2020-06-15 17:20:12.299727: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll
2020-06-15 17:20:12.308383: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cublas64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.315191: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cufft64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.320162: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library curand64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.328589: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cusolver64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.335565: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cusparse64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.341377: W tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:55] Could not load dynamic library 'cudnn64_7.dll'; dler
ror: cudnn64_7.dll not found
2020-06-15 17:20:12.345606: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1598] Cannot dlopen some GPU libraries. Please make sure the miss
ing libraries mentioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/install/gpu fo
r how to download and setup the required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
2020-06-15 17:20:12.356831: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:143] Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was
not compiled to use: AVX2
2020-06-15 17:20:12.369216: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:168] XLA service 0x1f5485c64a0 initialized for platform Host (this does
not guarantee that XLA will be used). Devices:
2020-06-15 17:20:12.375329: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176] StreamExecutor device (0): Host, Default Version
2020-06-15 17:20:12.378598: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1102] Device interconnect StreamExecutor with strength 1 edge mat
rix:
2020-06-15 17:20:12.382396: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1108]
a model has been loaded

```

ניתן כעת לבחון את המודל באמצעות הפעולה test:

```

Anaconda Prompt (Anaconda3) - python C:\Users\User\spyder-py3\untitled0.py

please choose an action - type 'help' for help
help
type 'train' to train a model
type 'load' to load a model
type 'test' to test a model
type 'info' to get information on the model
type 'finish' to finish
load
please input model path
ada
it seems there is no model there,type 'load' to try again
load
please input model path
C:\Users\User\spyder-py3\True_model
2020-06-15 17:20:12.260982: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library nvcuda.dll
2020-06-15 17:20:12.260982: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1561] Found device 0 with properties:
pciBusID: 0000:01:00.0 name: GeForce GTX 970 computeCapability: 5.2
coreClock: 1.1775GHz coreCount: 13 deviceMemorySize: 4.00GiB deviceMemoryBandwidth: 208.91GiB/s
2020-06-15 17:20:12.299727: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cudart64_101.dll
2020-06-15 17:20:12.308383: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cublas64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.315191: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cufft64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.320162: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library curand64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.328589: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cusolver64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.335565: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic library cusparse64_10.dll
2020-06-15 17:20:12.341377: W tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:55] Could not load dynamic library 'cudnn64_7.dll'; dler
ror: cudnn64_7.dll not found
2020-06-15 17:20:12.345606: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1598] Cannot dlopen some GPU libraries. Please make sure the miss
ing libraries mentioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the guide at https://www.tensorflow.org/install/gpu fo
r how to download and setup the required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
2020-06-15 17:20:12.356831: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:143] Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was
not compiled to use: AVX2
2020-06-15 17:20:12.369216: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:168] XLA service 0x1f5485c64a0 initialized for platform Host (this does
not guarantee that XLA will be used). Devices:
2020-06-15 17:20:12.375329: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176] StreamExecutor device (0): Host, Default Version
2020-06-15 17:20:12.378598: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1102] Device interconnect StreamExecutor with strength 1 edge mat
rix:
2020-06-15 17:20:12.382396: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1108]
a model has been loaded
test
enter path to image -

```

ניתן גם כמובן להתחיל ללמד מודל מחדש באמצעות פעולת train:

```

oreClock: 1.1775GHz coreCount: 13 deviceMemorySize: 4.00GiB deviceMemoryBandwidth: 208.91GiB/s
020-06-15 17:27:18.029863: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic
library cudart64_101.dll
020-06-15 17:27:18.037055: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic
library cublas64_10.dll
020-06-15 17:27:18.049164: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic
library cufft64_10.dll
020-06-15 17:27:18.057120: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic
library curand64_10.dll
020-06-15 17:27:18.066151: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic
library cusolver64_10.dll
020-06-15 17:27:18.073135: I tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:44] Successfully opened dynamic
library cusparse64_10.dll
020-06-15 17:27:18.079071: W tensorflow/stream_executor/platform/default/dso_loader.cc:55] Could not load dynamic libra
ry 'cudnn64_7.dll'; dLError: cudnn64_7.dll not found
020-06-15 17:27:18.084030: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1598] Cannot dlopen some GPU libraries. P
lease make sure the missing libraries mentioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the gu
ide at https://www.tensorflow.org/install/gpu for how to download and setup the required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
020-06-15 17:27:18.094917: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:143] Your CPU supports instructions that thi
s TensorFlow binary was not compiled to use: AVX2
020-06-15 17:27:18.107097: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:168] XLA service 0x272121e2840 initialized for
platform Host (this does not guarantee that XLA will be used). Devices:
020-06-15 17:27:18.111720: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176] StreamExecutor device (0): Host, Default
Version
020-06-15 17:27:18.115417: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1102] Device interconnect StreamExecutor
with strength 1 edge matrix:
020-06-15 17:27:18.119811: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1108]
rain on 99840 samples, validate on 24960 samples
epoch 1/10
32/99840 [.....] - ETA: 4:09 - loss: 3.2415 - accura 192/99840 [.....]
..] - ETA: 1:11 - loss: 3.1832 - accura 352/99840 [.....] - ETA: 55s - loss: 3.1429 - accurac
512/99840 [.....] - ETA: 49s - loss: 2.9749 - accurac 672/99840 [.....]
..] - ETA: 46s - loss: 2.8352 - accurac 832/99840 [.....] - ETA: 44s - loss: 2.7251 - accurac
992/99840 [.....] - ETA: 43s - loss: 2.6328 - accurac 1152/99840 [.....]
..] - ETA: 42s - loss: 2.5500 - accurac 1280/99840 [.....] - ETA: 42s - loss: 2.4840 - accurac
1408/99840 [.....] - ETA: 42s - loss: 2.4125 - accurac 1536/99840 [.....]
..] - ETA: 42s - loss: 2.3355 - accurac 1664/99840 [.....] - ETA: 42s - loss: 2.2920 - accurac
1792/99840 [.....] - ETA: 42s - loss: 2.2633 - accurac 1952/99840 [.....]
..] - ETA: 41s - loss: 2.2032 - accurac 2080/99840 [.....] - ETA: 41s - loss: 2.1640 - accurac
2208/99840 [.....] - ETA: 41s - loss: 2.1313 - accurac 2336/99840 [.....]
..] - ETA: 41s - loss: 2.0901 - accurac 2464/99840 [.....] - ETA: 41s - loss: 2.0560 - accurac
2592/99840 [.....] - ETA: 41s - loss: 2.0249 - accurac 2720/99840 [.....]
..] - ETA: 41s - loss: 2.0069 - accurac 2848/99840 [.....] - ETA: 40s - loss: 1.9731 - accurac
2976/99840 [.....] - ETA: 40s - loss: 1.9553 - accurac 3104/99840 [.....]
..] - ETA: 40s - loss: 1.9255 - accurac 3232/99840 [.....] - ETA: 40s - loss: 1.8986 - accurac
3360/99840 [.....] - ETA: 40s - loss: 1.8743 - accurac 3488/99840 [.....]
..] - ETA: 40s - loss: 1.8598 - accurac 3648/99840 [.....] - ETA: 40s - loss: 1.8350 - accurac
3776/99840 [.....] - ETA: 40s - loss: 1.8168 - accurac 3936/99840 [.....]
..] - ETA: 39s - loss: 1.7911 - accurac 4064/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.7761 - accurac
4192/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.7580 - accurac 4320/99840 [.....]
..] - ETA: 39s - loss: 1.7423 - accurac 4448/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.7263 - accurac
4576/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.7115 - accurac 4704/99840 [.....]
..] - ETA: 39s - loss: 1.6950 - accurac 4832/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.6846 - accurac
4960/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.6716 - accurac 5088/99840 [.....]
..] - ETA: 39s - loss: 1.6622 - accurac 5248/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.6487 - accurac
5408/99840 [.....] - ETA: 39s - loss: 1.6350 - accurac 5568/99840 [.....]
..] - ETA: 39s - loss: 1.6138 - accurac 5728/99840 [.....] - ETA: 38s - loss: 1.5982 - accurac
5888/99840 [.....] - ETA: 38s - loss: 1.5848 - accurac 6048/99840 [.....]
..] - ETA: 38s - loss: 1.5718 - accurac 6208/99840 [.....] - ETA: 38s - loss: 1.5596 - accurac
6336/99840 [.....] - ETA: 38s - loss: 1.5464 - accurac 6496/99840 [.....]
..] - ETA: 38s - loss: 1.5307 - accurac 6656/99840 [.....] - ETA: 37s - loss: 1.5190 - accurac
6816/99840 [.....] - ETA: 37s - loss: 1.5113 - accurac 6976/99840 [.....]
..] - ETA: 37s - loss: 1.5000 - accurac 7136/99840 [.....] - ETA: 37s - loss: 1.4937 - accurac
7296/99840 [.....] - ETA: 37s - loss: 1.4858 - accurac 7456/99840 [.....]
..] - ETA: 37s - loss: 1.4753 - accurac 7616/99840 [.....] - ETA: 36s - loss: 1.4670 - accurac
7776/99840 [.....] - ETA: 36s - loss: 1.4620 - accurac 7936/99840 [.....]
..] - ETA: 36s - loss: 1.4489 - accurac 8096/99840 [.....] - ETA: 36s - loss: 1.4390 - accurac
8256/99840 [.....] - ETA: 36s - loss: 1.4318 - accurac 8416/99840 [.....]
..] - ETA: 36s - loss: 1.4245 - accurac 8576/99840 [.....] - ETA: 36s - loss: 1.4135 - accurac
8736/99840 [.....] - ETA: 36s - loss: 1.4066 - accurac 8896/99840 [.....]
..] - ETA: 35s - loss: 1.3958 - accurac 9056/99840 [.....] - ETA: 35s - loss: 1.3908 - accurac
9184/99840 [.....] - ETA: 35s - loss: 1.3849 - accurac 9344/99840 [.....]
..] - ETA: 35s - loss: 1.3781 - accurac 9472/99840 [.....] - ETA: 35s - loss: 1.3711 - accurac
9632/99840 [.....] - ETA: 35s - loss: 1.3635 - accurac 9792/99840 [.....]
..] - ETA: 35s - loss: 1.3553 - accurac 9952/99840 [.....] - ETA: 35s - loss: 1.3466 - accurac

```

וכמובן שניתן לסיים על ידי פעולת finish:

```
Anaconda Prompt (Anaconda3)

ader.cc:55] Could not load dynamic library 'cudnn64_7.dll'; dlerror: cudnn64_7.d
ll not found
2020-06-15 17:29:59.063966: W tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1
598] Cannot dlopen some GPU libraries. Please make sure the missing libraries me
ntioned above are installed properly if you would like to use GPU. Follow the gu
ide at https://www.tensorflow.org/install/gpu for how to download and setup the
required libraries for your platform.
Skipping registering GPU devices...
2020-06-15 17:29:59.074178: I tensorflow/core/platform/cpu_feature_guard.cc:143]
Your CPU supports instructions that this TensorFlow binary was not compiled to
use: AVX2
2020-06-15 17:29:59.085998: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:168] XLA
service 0x168d092b850 initialized for platform Host (this does not guarantee t
hat XLA will be used). Devices:
2020-06-15 17:29:59.092347: I tensorflow/compiler/xla/service/service.cc:176]
StreamExecutor device (0): Host, Default Version
2020-06-15 17:29:59.095533: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1
502] Device interconnect StreamExecutor with strength 1 edge matrix:
2020-06-15 17:29:59.098751: I tensorflow/core/common_runtime/gpu/gpu_device.cc:1
508]
a model has been loaded
finish
shutting down

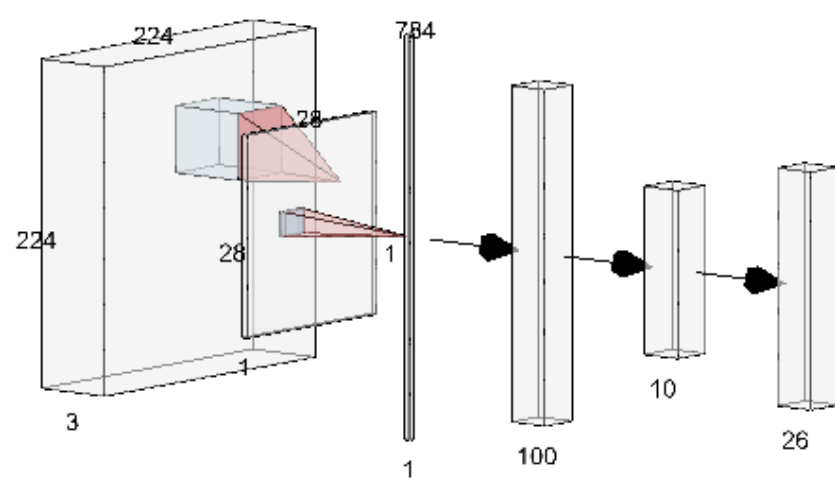
(base) C:\Users\User>
```

מדריך למפתח:

שם הפעולה	מה היא עושה	איך היא עושה	מזומנת על ידי	מזמנת את:
Load dataset()	מחזירה ארבעה מערכים אשר משני סוגים: תוויות ותמונות. שניים לבדיקה ושניים לאימון	משתמשת במודל dataset וב emnist על מנת להוריד את התמונות והתוויות מהאינטרנט	Run test harness()	
Prep pixels()	פעולה אשר מחזירה מערך של מספרים המייצג את התמונות שהמודל אמור לעבוד איתן, לאחר שהן עברו הפשטה(מלשון פשטות)	מחלקת את המערכים שהתקבלו מ load dataset() ב 255.0	Run test harness()	
Evaluate model()	הפעולה אשר יוצרת את המודל, מאמנת אותו ומחזירה את הסטטיסטיקה שלו	באמצעות define model(), summarize performance, summarize diagnostics וכן פקודות של sklearn ו keras	Run test harness()	Define model() Summarize diagnostics() Summarize performance()
Define model()	הפעולה אשר מגדירה את המודל עצמו	באמצעות פקודות של keras	Evaluate model()	
Summarize diagnostics()	פעולה אשר מציגה את הנתונים הסופיים של המודל	פקודות של matplotlib lib	Run test harness()	
Summarize performance()	פעולה אשר מציגה את הערכים הסטטיסטיים של המודל (סטיית תקן, ממוצע וכו')	פקודות של matplotlib lib	Run test harness()	
Run test harness()	הפעולה אשר מאחדת את כל הפעולות הנ"ל על מנת לאמן			Load dataset() Prep pixels() Evaluate

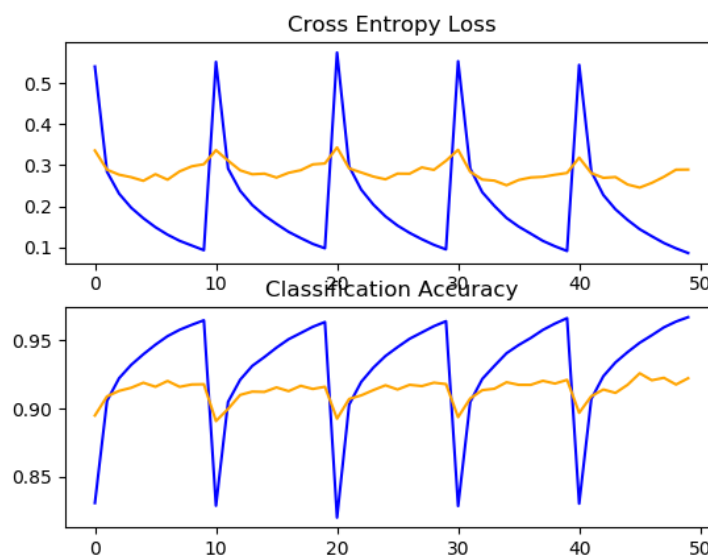
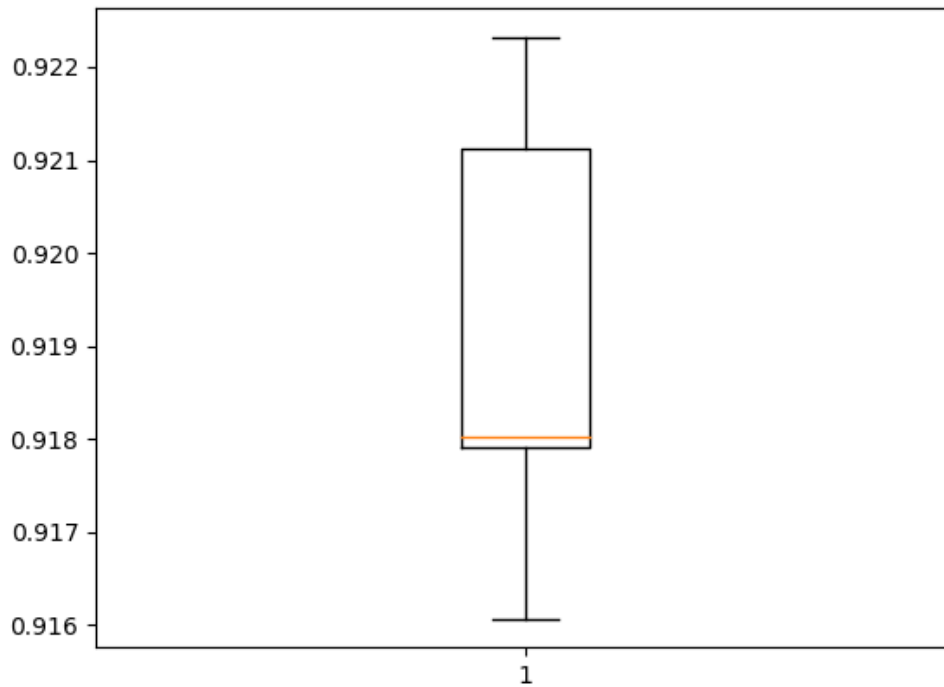
	מודל			model() Summarize diagnostics() Summarize performance()
Image_norm()	מקבלת תמונה כלשהי, מחזירה מערך שהמודל יכול לעבוד איתו	קוראת את התמונה בשחור לבן, משנה את המימדים שלה למימדים הרצויים, ומחלקת את כל הערכים של הפיקסלים של התמונה ב 255.0		
Make to letter()	מקבלת מערך אשר מהווה את התשובה של המודל, מדפיסה את האות שהמודל חושב שנתנו לו לבחון	מוצאת את המקום עם המספר הכי גדול, מחזירה את המקום הזה במערך אותיות נתון		

תרשים הזרימה של כל התהליך נראה בערך ככה:



פרק 4: מסקנות מהרצת המודל

המודל פועל ביעילות של 91 אחוזים, ובעל סטיית תקן 0.5 אחוזים של כפי שניתן לראות בגרף:



5: רפלקציה אישית

הפרויקט היה לא פשוט, נאלצתי לחפור בעשרות תשובות של stack overflow במטרה למצוא תשובה לשאלה אחת, והיו לי הרבה שאלות. בסופו של דבר הצלחתי להגיע למודל ואני גאה בתוצאה אליה הגעתי.

6: ביבליוגרפיה

Emnist dataset

נספחים:

