

יסודות למידה עמוקה

מטלת אמצע חלק 2 – תשפ"ה – סמסטר א'

סטודנטים יקרים,

האבן דרך השנייה של מטלת אמצע הקורס תעסוק בבניית רשת נוירונים בעזרת הספרייה של Pytorch בלבד.

מטלה זו תבחן את השימוש בכלים שרכשתם עד כה בקורס, היא תאפשר לכם להתנסות בשימוש בספרייה של Pytorch ולהראות את היכולות שלכם בביצוע ניסויים מגוונים ובכתיבת דוח אינפורמטיבי.

להלן הקישור למחברת המטלה:

https://colab.research.google.com/drive/1UBaDLVU0vcV1CHEUEq_v7YrSd22LSOLp?usp=sharing

כנסו לקישור ולחצו File → Copy to drive, כך תוכלו להעתיק את המחברת לסביבת הדרייב שלכם ולעבוד עליה.



מטרתכם, לבנות רשת נוירונים עמוקה ולאמן מודל המסוגל לסווג בין המחלקות השונות.

את רשת הנוירונים יש לבנות על ידי שימוש בספרייה של **PyTorch בלבד**, עבור שאר הפרויקט ניתן להשתמש בספריות עזר נוספות כגון NumPy, Pandas, scikit-learn, Matplotlib וכו'.

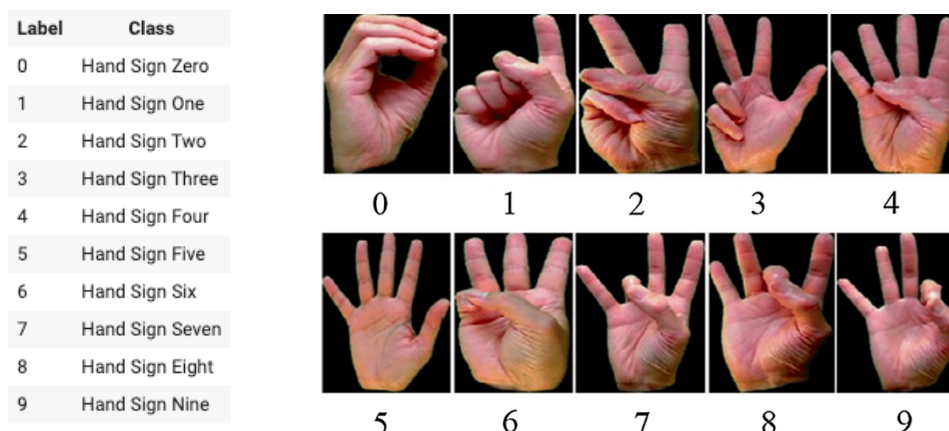
כמו כן, עליכם לבנות ולאמן **רשת Fully-Connected** מקצה לקצה בעצמכם. שימו לב כי אסור לעשות שימוש בארכיטקטורות או טכניקות (לדוגמה: Transfer-Learning, Regularization או CNN) אשר עדיין לא נלמדו בכיתה.

ל-Pytorch קיימת דוקומנטציה מפורטת ומסודרת. אני ממליץ לכולם לעבור עליה לפני שאתם ניגשים לעבוד על המחברת:

<https://pytorch.org/docs/stable/index.html>

הדאטה סט עליו תעבדו במטלה נקרא Sign Language Digits. זה דאטה סט שמכיל 5,000 תמונות שחור לבן המתחלקות ל-10 סוגים שונים של סימני ידיים המייצגים את המספרים מ-0 ועד 9 (נתחיל לדבר בשפה המקצועית ולכן נקרא לזה 5 אלף דוגמאות שמתחלקות ל-10 מחלקות שונות). גודל כל תמונה בודדת זה 28x28 פיקסלים.

באיורים הבאים ניתן לראות דוגמאות מתוך הדאטה סט וכיצד הדאטה מתויג (הדאטה סט איתו תעבדו יכול תמונות ב Gray Scale ולא ב RGB כמו שמוצג באיור):



את הדאטה סט אתם לא תצטרכו להעלות ידנית ל Drive, הוא ירד עבורכם באופן אוטומטי בעזרת השימוש בספרייה של gdown. הקוד שמייבא אותו נכתב עבורכם מראש.

הוראות למימוש המטלה:

לבן דרך השנייה של המטלה יש שני חלקים, שימו לב כי אתם מייצרים ביניהם הפרדה ברורה גם בדוח וגם במחברת. כל מה שנכתב לגבי שלב ה pre-processing של הדאטה באבן דרך הראשונה (לדוגמה, חלוקה לקבוצת אימון וקבוצת מבחן או Scaling) רלוונטי גם לפה. באבן דרך הראשונה של המטלה עשיתם את שלב ה pre-processing בעזרת Numpy בלבד, כעת עשו שימוש בכלים של הספריות scikit-learn ו Pytorch כדי לממש אותו (אסור להעתיק את הקוד מהאבן דרך הראשונה). אני מזכיר, הארכיטקטורה תהיה של רשת Fully Connected בלבד. כמות השכבות/הנוירונים ברשת נתונה לשיקולכם. בכל חלק במטלה מצופה ממכם להראות ארכיטקטורה נכונה ביותר עם פרמטרים, פונקציות אקטיבציה ופונקציית loss המתאימים ביותר לבעיה הרלוונטית – כלומר, גם אם הרשת תתכנס, חישוב פרמטר אחד מיותר בגלל בחירה לא נכונה של רכיב בארכיטקטורה תגרור הורדת ניקוד. שימו לב לדברים הקטנים.

חלק א':

בחלק א' של המטלה עליכם להפריד שתי מחלקות שונות לבחירתכם ולאמן מודל שידע לסווג בין שני סוגי סימני הידיים הללו (Binary-Classification - בדומה למה שעשיתם באבן דרך הראשונה של המטלה, פשוט עם Pytorch). במחברת אתם תמצאו הכוונה ורמזים שיעזרו לכם לבנות את הרשת של חלק א'. בחלק זה הראו ארכיטקטורה/מודל אחד שיועד לפתור את הבעיה הנ"ל.

חלק ב':

בחלק ב' של המטלה אתם תצטרכו לאמן מודל שיודע לעשות לסווג בין כל עשרת סימני הידיים השונים (Multiclass-Classification).

ניסויים:

עבור חלק ב' של המטלה תצטרכו להראות שלושה מודלים שונים (Base-Model ושני ניסויים).

מאחר שזו מטלת אמצע ורובכם טרם למדתם כיצד לבצע ניסויים, ננחה ונגדיר לכם תחומים ברורים בהם תנהלו את הניסויים.

עליכם להציג מודל בסיסי (Base Model) ושני ניסויים המוגדרים בצורה הבאה:

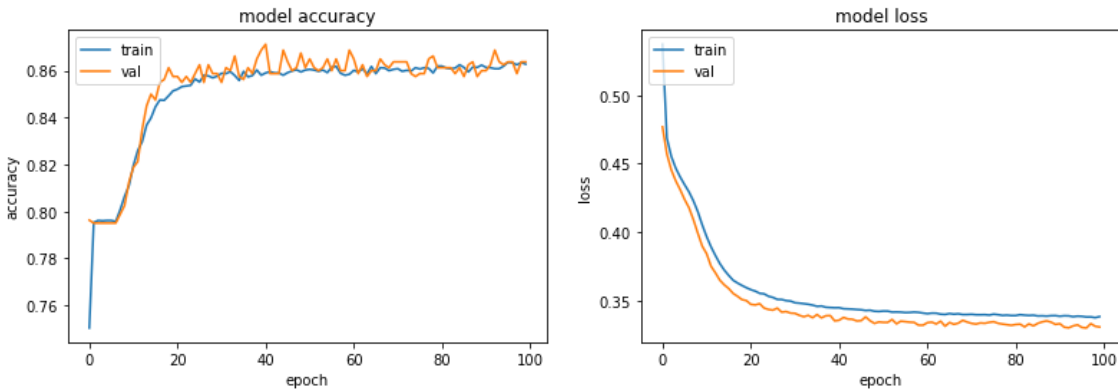
- **Base Model** – במחברת תציגו תחילה את ה- Base Model - הפתרון הנאיבי לבעיה. בשלב המקדים לתחילת הניסויים, לפני החשיבה לעומק הפרמטרים למציאת הפתרון המיטבי כתבו רשת פשוטה אשר פותרת את הבעיה בצורה המינימלית. רשת אשר ממנה ניתן להתחיל ולהשתפר, נקראת Base Model – המהווה את הבסיס לתחילת הניסויים. יש לקחת ארכיטקטורה בסיסית שנלמדה בכיתה או פרמטרים שקראתם בדוקומנטציה של Pytorch. ניתן לקבל השראה מהארכיטקטורה שנלמדה בכיתה (שימו לב, שימוש הנ"ל אינו פוטר אתכם מלהשתמש בפונקציית loss, פונקציות אקטיבציה ובפרמטרים המתאימים לפתרון הבעיה הספציפית; חישוב פרמטר אחד מיותר יגרום הורדת ניקוד). במחברת הסבירו (בקצרה) על הפרמטרים שהשתמשתם בהם ואילו בדו"ח יש להרחיב ולפרט את החשיבה שעומדת מאחורי Base Model, לדוגמה: מוטיבציה, השראה וכו'. בנוסף, הציגו תוצאות ואת התרשמותכם מהן.
- **ניסוי 1** – מתייחס לארכיטקטורה, יש להשתמש ב- Base Model כבסיס שעליו יש לערוך שינויים בארכיטקטורה של הרשת. תוכלו לשנות את הארכיטקטורה כרצונכם, השינוי יכול להיות מינימלי, כמו הוספת שכבה אחת. בניסוי עליכם לשפר את ה- Accuracy שהתקבל ב- Base Model מבלי להיכנס ל- Overfitting. ניתן לערוך שינויים במגוון צורות כגון: הוספת שכבות לעומק הרשת, שינוי "רוחב" שכבות, שינוי פונקציות אקטיבציה או שינוי פרמטרים מסוימים שקשורים לרשת (כאלה המשפיעים באופן ישיר על מבנה הרשת עצמה) ועוד. את השינויים ביחס ל- Base Model יש להציג במחברת בקצרה, בדו"ח עליכם להרחיב ולפרט מה הוביל אתכם לבחור בשינוי, התוצאות ומסקנותיכם.
- **ניסוי 2** – מתייחס ל"הייפר פרמטרים" המשפיעים על מנגנון האימון עצמו. בניסוי זה יש להשתמש בארכיטקטורת ה- Base Model או לחלופין בארכיטקטורה שהתקבלה בניסוי 1 כבסיס לניסוי, עליו יש לבצע שינויים ב"הייפר פרמטרים". דוגמאות לפרמטרים: number of epoches, Batch Size, Learning-rate, Optimizer וכו'. ניתן לשנות את הפרמטרים כרצונכם ואם תרצו השינוי יכול לבוא לידי ביטוי רק בפרמטר אחד (לדוגמה: שינוי ה- Learning-rate). בניסוי עליכם לשפר את ה- Accuracy שהתקבל ב- Base Model מבלי להיכנס ל- Overfitting. את השינויים ביחס ל- Base Model יש להציג במחברת בקצרה, בדו"ח עליכם להרחיב ולפרט מה הוביל אתכם לבחור בשינוי, התוצאות ומסקנותיכם.

לאחר בניית הארכיטקטורה של אותו ניסוי/מודל, הסבירו בתא טקסט באופן מפורט, מה ההיפר פרמטרים שבחרתם ולמה, כמה Epochs מה ה- Batch-size, מה עושה האופטימיזר שלכם, כמה שכבות בחרתם? כמה ניוונים בחרתם ולמה?

עבור כל ניסוי/מודל, במהלך האימון עליכם להשתמש בקבוצת תיקוף (Validation) כפי שנלמד בכיתה. כמו כן, יש להציג את המטריות והגרפים הבאים:

1. Accuracy – ניתן למצוא את הדוקומנטציה בלינק הבא:
https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.accuracy_score.html
2. Confusion Matrix (עבור בעיית הקלסיפיקציה הבינארית בלבד) – ניתן למצוא דוקומנטציה בלינק הבא:
https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.confusion_matrix.html
3. Classification Report – ניתן למצוא את הדוקומנטציה בלינק הבא:
https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.classification_report.html

4. גרפים המציגים את התנהגות ה-Loss וה-Accuracy של קבוצת האימון כנגד קבוצת התיקוף לאורך כל האימון. דוגמה לגרפים:



המודל הטוב ביותר וסביבת המבחן

עבור חלק ב' בלבד (Multiclass-Classification), לאחר מציאת ה-"ארכיטקטורה המנצחת" ואימון המודל המוצלח ביותר, שמרו את המשקולות המאומנות ותבנו סביבת מבחן.

סביבת המבחן תאפשר את טעינת המשקולות/המודל המאומן ותיתן אפשרות למשתמש להעלות למחברת קלט של תמונת סימן ידיים (קובץ npy - numpy array) בגודל 28x28; בהינתן התמונה למודל, המודל יחזיר פרדיקציה אשר תודפס ותסביר לאיזה מהמחלקות הקלט מסווג.

לדוגמה, המשתמש מעלה למחברת תמונה של סימן "0" ויודפס הפלט 0 או המילה "אפס" (מה שתחליטו).

לטובת החלק הזה, העליתי לתיבת ההגשה עשר דוגמאות שונות לקבצי npy. תוכלו להשתמש בקבצים האלה כדי להעלות אותם, לטעון אותם עם load מהספרייה של numpy ואז לנסות להעביר אותם במודל שלכם. חשוב לציין: **הקבצים הנ"ל לא מכילים ערכים מנורמלים**.

דו"ח

זהו דו"ח לימודי המהווה הכנה לדו"ח מורכב יותר שיוגש יחד עם פרויקט סוף הקורס.

על הדו"ח להיות בנוי בסגנון "מאמר" ויהווה מסמך שמייצג את העבודה שלכם על הפרויקט.

יש להגיש דו"ח מסודר, מפורט ומתמצת. עם זאת, אין צורך לחסוך בהסברים ובשימוש באמצעים ויזואליים בכדי להציג את תוצאות הניסויים (פלוטים, גרפים וכו').

מעבר להצלחה בחלק המעשי, חשוב להמחיש את ההבנה ואת הדרך שעשיתם במהלך מימוש הפרויקט ולהתייחס כמובן לכלים והפרמטרים השונים אותם למדתם עד כה, כגון, פונקציית לוס, גרפי לוס, מתי בחרתם לעצור את אימון הרשת, ארכיטקטורות רשת שונות, פונקציות אקטיבציה שונות, ביצועים על קבוצת האימון וקבוצת מבחן, זמני אימון, על איזה "מעבד" עבדתם (זכרו שבקולאב ניתן לבחור סוגי מעבדים שונים) ומהי הארכיטקטורה "המנצחת" (המודל המוצלח ביותר).

*** **חשוב מאוד** – אורך הדו"ח לא יעלה על עשרה דפים ***

*** **חשוב מאוד** – הדו"ח הוא בסגנון מאמר אבל הוא **לא** מאמר, אלא דו"ח שמציג את הפרויקט והניסויים שלכם. אני בשום אופן לא מעוניין שתתחילו להעתיק לי קטעים מתוך ויקיפדיה שמסבירים לי מה זה רשת נוירונים. עדיף לי דו"ח ענייני של ארבעה דפים מאשר עשרה דפים של שטויות ***

כתיבת הדו"ח תיעשה באמצעות עורך LaTeX שיתופי מקוון שנקרא Overleaf, אנא השתמשו בדוגמה מוכנה שתהווה בסיס לדו"ח שלכם (הקישור למטה).

<https://www.overleaf.com/read/bbvwwyrfgcpr>

מנהלות:

ההגשה עצמה תתבצע על גבי מחברת Google Colab. המחברת תהיה מחולקת בצורה מסודרת, תכיל תאי קוד נפרדים ותאי טקסט המסבירים על הפעולות שנעשו. **מחברת עם תאי טקסט מפורטים לא מחליפים את הדוח ולהפך.**

****חשוב מאוד – בעת ההגשה, המחברת תכיל את כל הפלטים הרלוונטיים לתוצאות האימון והמבחן****

****חשוב מאוד – המחברת תכיל את שמות הסטודנטים המגשים ואת מספרי תעודת הזהות שלהם בתא טקסט שימוקם בחלק העליון של המחברת****

****חשוב מאוד – לאחר תאריך ההגשה, אין לגעת במחברת או להריץ שום תא קוד. פעולה כזאת תאלץ אותי לפסול את ההגשה****

****חשוב מאוד – מחברת מפורטת עם הסברים לא מחליפה דוח מפורט וההפך. טענות כמו "אבל הצגנו במחברת" לא יעבדו במקרה הזה.****

בתיבת ההגשה במודל, תוכלו למצוא סרטון הדרכה להגשת פרויקט, יש לצפות בו טרם הגשת המטלה. הוראות ההגשה לא ניתנות למשא ומתן ולכן אתם נדרשים להגיש **בדיוק** כיצד שמנחים אתכם בסרטון. במהלך הסרטון תקבלו הוראות כיצד לעשות שימוש ב gdown על מנת שהקבצים הבאים ירדו אוטומטית מהדרייב שלכם **לסביבת המחברת:**

1. **Explainer.md** – קובץ readme שמסביר איך לתפעל את המחברת שלכם.
2. **משקלות/מודל מואמן** – הכוונה למודל המואמן וכל מה שרלוונטי לשלב ה Preprocessing של הדאטה.

**** הגשה שתהיה ללא טעינת משקולות בצורה מוצלחת תגרוור הורדה אוטומטית של 30 נק'.**

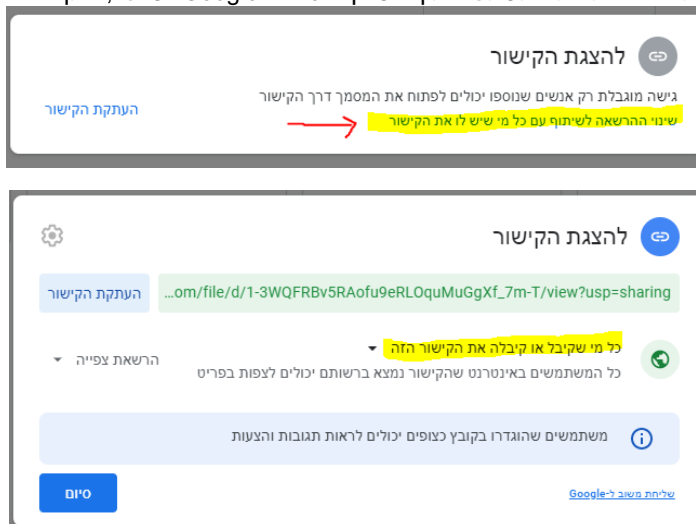
**** חשוב מאוד – הגשה של מחברת עם תאים ללא חותמת זמן autotime (ראה תמונה מתחת) או הגשה של מחברת colab שלא תואמת את קובץ ה-jupyter שהוגש לתיבה תיחשד בהפרה של טוהר המידות בביצוע מטלות אקדמיות. ****

time: 464 µs (started: 2024-11-17 21:06:28 +00:00)

לתיבת ההגשה תגישו את שלושת הקבצים הבאים:

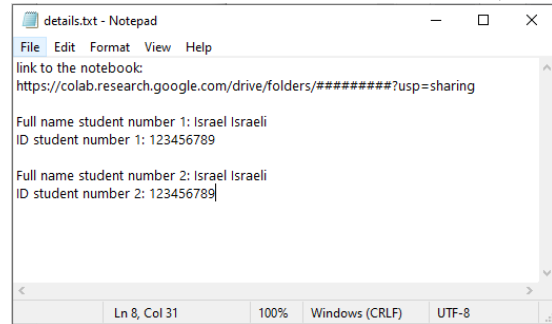
1. **Submit.txt** – קובץ הטקסט המכיל את הקישור שמשתף את המחברת שלכם ותעודות הזהות (פירוט בהמשך המסמך)
2. **report_ID1_ID2.pdf** – קובץ pdf ששמו מכיל את התז שלכם ובו כתוב את הדוח שהוצאתם מ overleaf
3. **mid2_ID1_ID2_torch_2024.ipynb** – קובץ הגיזפיטר שמכיל את המחברת שלכם, כדי להוריד אותו מהממשק של קולאב: Download ipynb → Download → File (זה בנוסף לקישור שמשתף את המחברת שלכם)

את המחברת אתם תשתפו מתוך חשבון ה"Google Drive" שלכם, ניתן לייצר שיתוף לכל מי שמחזיק בקישור בצורה הבאה:



תאריך ההגשה הוא ה – 24.01.25 בשעה 23:55.

ההגשה תתבצע בזוגות כאשר רק אחד מגיש את המטלה. יש לציין בקובץ טקסט ששמו submit.txt את הכתובת למחברת שלכם, את השמות ואת ת.ז המגישים בצורה הבאה:



```
details.txt - Notepad
File Edit Format View Help
link to the notebook:
https://colab.research.google.com/drive/folders/#####?usp=sharing

Full name student number 1: Israel Israeli
ID student number 1: 123456789

Full name student number 2: Israel Israeli
ID student number 2: 123456789

Ln 8, Col 31 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

**** במידה ולא שיתפתם את הקובץ כמו שצריך או לא הגשתם על פי ההוראות תהיה הורדה בציון של עד 15 נק' ****

לשאלות נוספות אנא פנו אליי במייל:

avivge@colman.ac.il

בהצלחה !