

## יסודות למידה עמוקה

### פרויקט סוף קורס – תשפ"ג – סמסטר א'

סטודנטים יקרים,  
פרויקט סוף הקורס יעסוק בבעיית קלסיפיקציה מורכבת (מרבית מחלקות), הוא יבחן את השימוש בכלים ובידע שרכשתם במהלך הקורס.

להלן הקישור למחברת הפרויקט:

<https://colab.research.google.com/drive/1AjgEVJII22CvffJ8QwgmJrdnDSi0hCTS?usp=sharing>

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

### הסבר על הדאטה:

הדאטה סט שתעבדו איתו עוסק בכלי רכב, יש בו בסך הכל 16,185 תמונות של רכבים בגדלים משתנים (התמונות לא בגודל קבוע) והוא מתחלק בין 196 מחלקות שונות.

הדאטה סט מתייג ומחולק מראש לקבוצת אימון וקבוצת מבחן. אני מציין מראש כי ניתן לשנות את יחס הדוגמאות בין האימון למבחן (לדוגמה, לקחת חלק מהתמונות מקבוצת המבחן ולהעביר לקבוצת האימון).

\*\* הדאטה שניתן במחברת הטמפלט הוא הדאטה היחידי שמותר לכם לעבוד איתו, אסור להוסיף עוד דאטה מבחוץ \*\*

### מטרה:

המטרה שלכם היא כמובן ליצור מודלים שיודעים לסווג בין 196 מחלקות הרכבים השונות. לטובת העניין תצטרכו להראות שלוש קונפיגורציות שונות של מודלים ועבור כל קונפיגורציה להראות ניסויים מגוונים.

שלושת הקונפיגורציות:

1. Transfer Learning
2. (Embedding) Image Retrieval / "חתימה" של כל תמונה על ידי רשת קונוולוציה שאומנה על הבעיה ומציאת הקרובים ביותר בשיטת KNN
3. End-to-End CNN

הקונפיגורציה השלישית מדברת על רשת קונוולוציה עם ארכיטקטורה חופשית שבניתם בעצמכם מקצה לקצה (הכוונה ללא Transfer-Learning, כל מני Metadata וכו'). אני מציין מראש, כאן זה לא יהיה מספיק להראות את ה Pre-processing והארכיטקטורה עבור הבעיות הטרוויאליות שראיתם בכיתה (לא יתקבלו פתרונות פשוטים). הבעיה הזאת תצריך מכם יצירתיות וחשיבה מחוץ לקופסה. מצופה מכם לחקור אודות שיטות preprocessing (אוגמנטציה וכו'), ארכיטקטורת נכונה ושיטות אימון ספציפיות עבור הבעיה של קלסיפיקציה מרבית מחלקות.

במידה וזה יותר נוח לכם, ניתן להפריד את ההגשה לשלוש מחברות נפרדות (אחת עבור כל קונפיגורציה והניסויים שלה).

לגבי שאלות, בואו ונחסוך את כל המיילים כמו: "לכמה Accuracy אני צריך להגיע?" או "לא מתכנס לי, מה לעשות?" אז לגבי accuracy ומדדי ביצועים בכללי, אין איזה סף מסוים שאנחנו מציבים לכם. ולגבי התכנסות המודל, יהיה לכם לא פשוט להוציא תוצאות טובות מכיוון שבעיית קלסיפיקציה מרבית מחלקות היא בעיה מורכבת. אתם צריכים לשאוף להגיע כמה שיותר גבוהה אך אני מציין, העיקר פה זה לא אחוזי הדיוק שלכם. מה שחשוב זה שעשיתם מחקר, הייתם יצירתיים ועבדתם נכון בכל הכלים שקיבלתם במהלך הסמסטר.

## הוראות טכניות:

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

ניסויים:

במהלך מימוש הפרויקט אתם תציגו **שלושה ניסויים** מגוונים **עבור כל קונפיגורציה** (תשעה בסה"כ). אחד מתוך שלושת הניסויים שתציגו יוגדר כ"הארכיטקטורה המנצחת". **הניסויים יוצגו גם במחברת וגם בדוח**. מכיוון שאתם כבר מנוסים תצטרכו להחליט בעצמכם כיצד לבצע את הניסויים.

עבור **כל ניסוי**, תציגו את הדברים הבאים:

- תיאור מילולי של הניסוי
- היפרפרמטרים
- אוגמנטציה
- ארכיטקטורה
- תוצאות ויזואליות של הניסויים כולל plots שמציגים את ה loss ואת ה accuracy של קבוצת האימון אל מול קבוצת התיקוף במהלך האימון וכו'
- שימוש במטריקות מגוונות להערכת ביצועי מודל (Accuracy, Absolut Accuracy, Precision, Recall, F1 Score ועוד).
- ביצועי מערכת שונים
- משמעויות של בחירות שונות (לצורך העניין, שיקול בחירת מודל עבור קונפיגורציה Transfer-Learning)
- תוצאות ויזואליות שמשוות בין הניסויים השונים

## המודל הטוב ביותר וסביבת המבחן

**עבור כל קונפיגורציה**, לאחר מציאת ה-"ארכיטקטורה המנצחת" ואימון המודל המוצלח ביותר, שמרו את המשקולות המאומנות של ה-"ארכיטקטורה המנצחת" ותבנו סביבת מבחן (אני מחדד: סביבת מבחן אחת שרלוונטית לכל אחת משלושת הקונפיגורציות או סביבת מבחן עבור כל קונפיגורציה בנפרד).

סביבת המבחן תאפשר את טעינת המשקולות/המודל המאומן ותיתן אפשרות למשתמש להעלות למחברת קלט של תמונת רכב. בהינתן התמונה, סביבת המבחן תעביר אותה תהליך של preprocessing למודל (תתאים את הגודל שלה למודל, תעשה scaling וכו'), המודל יחזיר פרדיקציה אשר תודפס ותסביר לאיזה מהמחלקות הקלט מסווג.

לדוגמה, המשתמש מעלה למחברת תמונה של רכב והמודל יודפיס פלט, מספר בין 1 ל 196 (ראה דוגמא באיור מתחת).



Volvo XC90 SUV 2007 (194)



Suzuki SX4 Hatchback 2012 (182)



Volkswagen Golf Hatchback 1991 (190)



HUMMER H2 SUT Crew Cab 2009 (124)



Plymouth Neon Coupe 1999 (171)



Hyundai Santa Fe SUV 2012 (130)



Chevrolet Corvette ZR1 2012 (55)



Bentley Arnage Sedan 2009 (39)



Acura TL Sedan 2012 (2)

## דוח:

אנא התייחסו לדו"ח כמרכז הפרויקט. אל תטעו לחשוב שהדוח הוא משני במרכיב הציון, אנו שמים דגש גדול על שלב הניסויים והדו"ח. גם במידה והמודל הוא מוצלח, מחברת שתוגש ללא דוח מפורט לא תקבל ציון. יש להגיש דו"ח מסודר, מפורט ומתומצת. עם זאת, אין צורך לחסוך בהסברים ובשימוש באמצעים ויזואליים בכדי להציג את תוצאות הניסויים (פלוטים, גרפים וכו'). יש לציין כי הדוח בפרויקט סוף הקורס כבר לא נחשב כ"דוח לימודי" והפעם ליקויים בדוח יגררו הורדה משמעותית בציון.

בדוח עצמו, מאוד חשוב לראות את ההבנה שלכם והיכולת שלכם הן בבניין מערכת למידה עמוקה על ההיבטים השונים והן בדיווח תוצאות מול הניסויים השונים. דוגמאות: אוגמנטציה, loss, על מה יכולה להשפיע שיטת אופטימיזציה שונה, מה עושות שכבות הקונולוציה, מה עושות שכבות ה fully-connected, מה עושה שכבת האמבדינג, איך המשקולות המאומנות משפיעות על ה transfer-learning ולמה, שיקולים בבחירת מודל מסוים עבור transfer-learning, איך באה לידי ביטוי פה בעיה מרובת מחלקות, מהו מקדם הלמידה בניסוי ואיך הוא משפיע, מה אומרת קבוצת התיקוף על האימון בניסוי הספציפי, למה בחרנו לשנות את התמונות לגודל (width X height), ארכיטקטורות רשת, Early-stopping, Regularization, Dropout, Activation, אתחול משקולות, Norm-batch ועוד ועוד.

**עליכם להראות במהלך העבודה את הידע שצברתם במהלך הקורס דרך הצגה ונימוק שיקולים שונים שהובילו אתכם בבחירת הארכיטקטורות השונות.**

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

## מנהלות:

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. **משקולות/מודל מאומן** – הכוונה למודלים המאומנים וכל מה שרלוונטי לשלב ה Preprocessing של הדאטה.

**לתיבת ההגשה תגישו את שני 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. **final\_project\_basics\_2023.ipynb** – קובץ הג'יפיטר שמכיל את המחברת שלכם, כדי להוריד אותו מהממשק של קולאב: Download ipynb → Download → File (זה בנוסף לקישור שמשתף את המחברת שלכם)

הגשת הקוד יתבצע על גבי מחברת Google Colab. המחברת תהיה מחולקת בצורה מסודרת, תכיל תאי קוד נפרדים ותאי טקסט המסבירים על הפעולות שנעשו.

**מעל כל תא קוד יופיע תא טקסט מפורט שיסביר את הקוד/הוויזואליזציה ואת החשיבה מאחורי המימוש שלו.**

**במידה וזה יותר נוח לכם, ניתן להפריד את ההגשה לשלוש מחברות נפרדות (אחת עבור כל קונפיגורציה והניסויים שלה).**

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

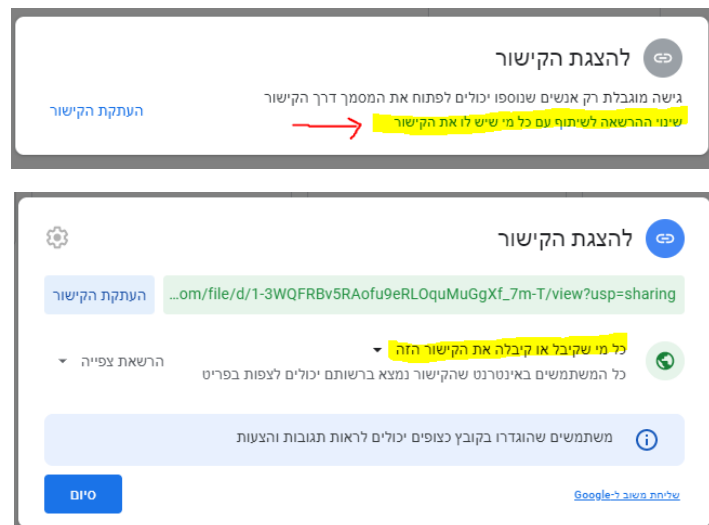
**\*\*חשוב מאוד** – המחברת תכיל את שמות הסטודנטים המגשים ואת מספרי תעודת הזהות שלהם בתא טקסט שמוקם בחלק העליון של המחברת\*\*

**\*\*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.\*\*

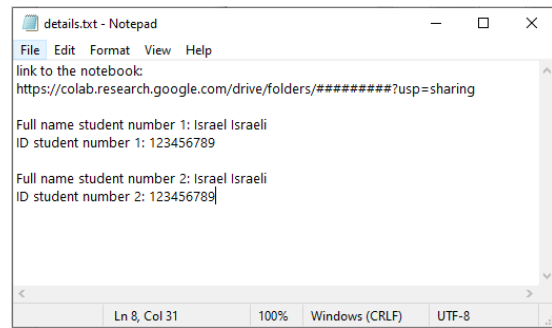
לתיבת ההגשה תגישו קובץ הטקסט ששמו **submit.txt**, הקובץ יכיל את הקישור שמשתף את המחברת שלכם, את השמות שלכם ואת מספרי תעודות הזהות שלכם.

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



**תאריך ההגשה הוא ה – 15.02.23 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 המגשים 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
```

לשאלות נוספות אנא פנו אליי במייל:

[avivge@colman.ac.il](mailto:avivge@colman.ac.il)

בהצלחה !