




הצעה לפרויקט גמר (סטאז') מחקרי

שיפור איכות תמונות באמצעות אלגוריתמי למידה עמוקה

חתימה: 

מוגש ע"י: קדוש עמית

חתימה:

בהנחיית: ד"ר אדלר אמיר

הוגש בתאריך: 22.01.2020, כ"ה בטבת תש"פ

1. מבוא:

שיפור איכות תמונות הינו תחום מחקר פעיל ומרכזי עם יישומים אזרחיים וצבאיים, בין היתר עבור מצלמות דיגיטליות, פלאפונים חכמים, מערכות ראיית לילה, הדמיה רפואית, מכ"מים ועוד.

המחקר יכלול לימוד מעמיק של התחום, וכן פיתוח אלגוריתמי למידה עמוקה (deep learning) לשיפור תמונות בדגש על הפעולות הבאות:

- א. ניקוי רעשים (de-noising).
- ב. ביטול טשטוש (de-blurring).
- ג. סופר-רזולוציה (super-resolution).

המחקר יתמקד בלימוד פונקציית כיווץ (Shrinkage Function) וקטורית לשיפור תמונות.

תהליך השיפור יתבצע באמצעות המרת התמונה למרחבי ייצוג יתירים, כדוגמת ייצוג DCT יתיר (over complete discrete cosine transform), ביצוע פעולות מתמטיות במרחב ההתמרה, וביצוע התמרה הופכית בחזרה למרחב התמונה.

הפונקציות הוקטוריות ימומשו באמצעות רשתות נוירונים עמוקות ויודגמו על מאגרי תמונות גדולים שקיימים באינטרנט.

2. תיאור המערכת:

2.1 מפרט פונקציונלי:

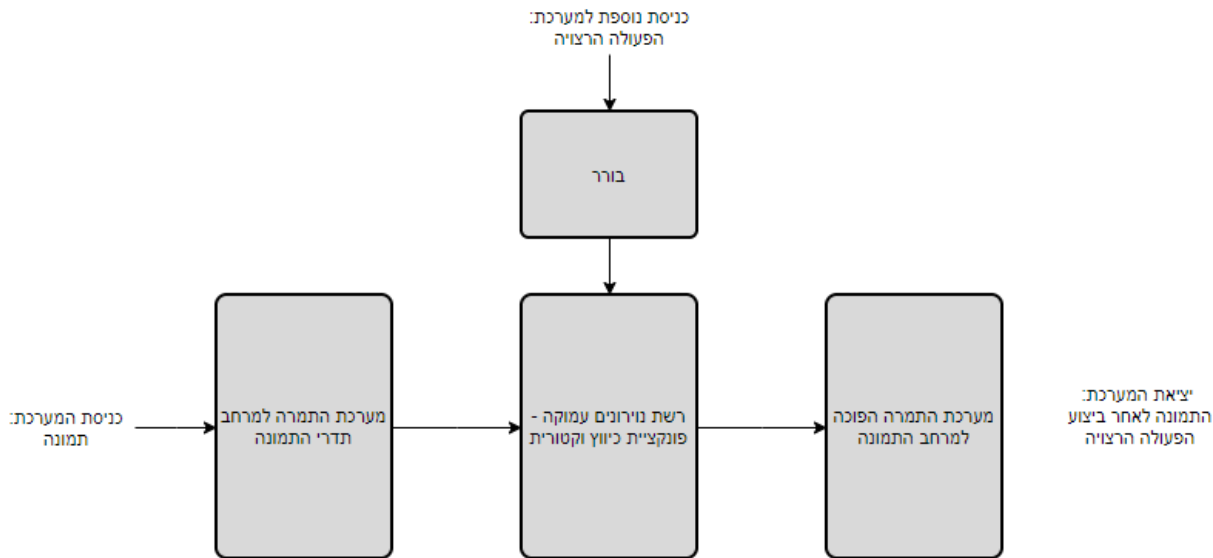
מטרת המערכת היא להוות פלטפורמה לשיפור תמונות במובנים שונים ביניהם: ניקוי רעשים, ביטול טשטוש וסופר רזולוציה. שיפור התמונות יתבצע באמצעות בניית ואימון רשתות נוירונים עמוקות.

2.2 מפרט טכני:

פירוט מכלולי המערכת:

מספר סעיף	מכלול המערכת	תפקיד המכלול
1	מערכת התמרה למרחב תדרי התמונה	כניסה: תמונה צבעונית יציאה: תוצאה התמרת DCT של התמונה למרחב תדרי התמונה. מוצא המערכת הינו 81 "תמונות" עבור 81 פסי תדר שונים של התמונה בכניסה
2	בורר	כניסה: הפעולה הרצויה לביצוע יציאה: רשת הנוירונים העמוקה המבצעת את אותה הפעולה
3	רשת נוירונים עמוקה – פונקציית כיווץ וקטורית	תפקיד הרשת היא לבצע את הפעולה הרצויה באמצעות אלגוריתמי Deep Learning שונים המבוססים על פונקציית כיווץ וקטורית
4	מערכת התמרה הפוכה למרחב התמונה	כניסה: 81 "תמונות" במרחב ה-DCT לאחר מעבר דרך הרשת יציאה: התמונה הסופית במרחב התמונה לאחר ביצוע הפעולה הרצויה

תרשים מלבנים של המערכת:



עקרון פעולת המערכת:

שיפור תמונה ע"י שימוש במערכת המבוססת על רשת נוירונים עמוקה לכיווץ תמונות אשר מאומנת על כמות נתונים גדולה.

תוכנית ב-Matlab אשר קוראת קבצי תמונות מהמחשב, מבצעת על כל תמונה בנפרד פעולות מתמטיות "להריסת" התמונה (הוספת רעש, הוספת טשטוש והורדת רזולוציה – כל פעם פעולה אחרת). לאחר מכן יופעל על התמונה "ההרוסה" פעולות מתמטיות נוספות שתפקידן המרת התמונה למרחב ייצוג יתיר. לאחר ההתמרה המידע נשמר וישמש בתור ה-data לרשת הנוירונים. על מנת להשיג את ה-label מעבירים ישירות את התמונה המקורית דרך הפעולות המבצעות התמרה למרחב ייצוג יתיר.

נבנה בשפת Python רשת נוירונים עמוקה המבוססת על פונקציית כיווץ וקטורית לשיפור התמונות. לאחר הבנייה נאמן את הרשת באמצעות ה-Data Set שיצרנו בשלב הראשון. מאחר ול-Matlab יש יתרון בעבודה עם וקטורים ומטריצות המתבטא בביצוע פעולות מסוימות בזמן קצר משמעותית משפות תכנות אחרות, נעזר גם בה על מנת לבצע אינטגרציה למערכת.

לבסוף המערכת תהיה מסוגלת לקבל תמונה ופעולה לביצוע – ניקוי רעשים, ביטול טשטוש או סופר רזולוציה ותחזיר את התמונה לאחר ביצוע הפעולה.

3. מטלות, הערכת זמני עבודה ולוחות זמנים:

3.1 מטלות הנדסיות:

- כתיבת הצעת פרויקט.
- למידת נושא התמרת תמונה למרחבי ייצוג יתירים.
- לימוד אלגוריתמים מבוססי פונקציות כיווץ סקלריות לניקוי רעשים, ביטול טשטוש, וסופר רזולוציה.
- יצירת Data Set גדול לאימון הרשתות.
- מימוש אלגוריתמים מבוססי פונקציות הכיווץ הסקלריות.
- אימון רשתות נוירונים עמוקות באמצעות ה- Data Set.
- בדיקת ביצועי הרשתות העמוקות לניקוי רעש מתמונות.
- תיקון הרשת עד לקבלת רשת אופטימלית לעבודה.
- תכנון רשתות עמוקות ללימוד פונקציות כיווץ וקטורית.
- הרחבת הפתרון לביטול טשטוש.
- הרחבת הפתרון לסופר-רזולוציה.
- יצירת ממשק משתמש לטעינת תמונה ובחירת פעולה לביצוע וקבלת התמונה המתוקנת.
- השוואת ביצועים מול שיטות מובילות בעולם.
- כתיבת ספר פרויקט + הכנת מצגת.
- כתיבת מאמר לפרסום.

3.2 בעיות הנדסיות צפויות:

- שילוב החבילות המתאימות בשפת Python על מנת לאפשר שימוש בקריאת תמונות, הצגת גרפים ואימון רשתות נוירונים עמוקות.
- קושי במציאת הרשת המתאימה לאימון המערכת, הנובע מהעובדה שכל אימון על סט נתונים גדול דורש זמן רב.
- שמירת נתוני הרשת שנלמדו בשפת Python והעברתם לשפת Matlab.
- למידת ה- Toolbox של Deep Learning ב-Matlab.
- תכנון רשתות עמוקות ללימוד פונקציות כיווץ וקטורית.

3.3 לוח זמנים :

מספר סעיף	מטלה	צפי זמן לביצוע [שעות] – סה"כ 1000 שעות
1	כתיבת הצעת פרויקט	100
2	למידת נושא התמרת תמונה למרחבי ייצוג יתירים	25
3	לימוד אלגוריתמים מבוססי פונקציות כיווץ סקלריות לניקוי רעשים, ביטול טשטוש, וסופר רזולוציה	25
4	יצירת Data Set גדול לאימון הרשתות	20
5	מימוש אלגוריתמים מבוססי פונקציות הכיווץ הסקלריות	100
6	אימון רשתות נוירונים עמוקות באמצעות ה- Data Set	100
7	בדיקת ביצועי הרשתות העמוקות לניקוי רעש מתמונות	40
8	תיקון הרשת עד לקבלת רשת אופטימלית לעבודה	50
9	תכנון רשתות עמוקות ללימוד פונקציות כיווץ וקטורית	100
10	הרחבת הפתרון לביטול טשטוש	70
11	הרחבת הפתרון לסופר-רזולוציה	70
12	יצירת ממשק משתמש לטעינת תמונה ובחירת פעולה לביצוע וקבלת התמונה המתוקנת	50
13	השוואת ביצועים מול שיטות מובילות בעולם	50
14	כתיבת ספר פרויקט + הכנת מצגת	100
15	כתיבת מאמר לפרסום	100

4. כלי פיתוח :

- תוכנת Python.
- תוכנת Matlab.
- Google Colab.
- מחשב בעל GPU.

5. ביבליוגרפיה :

Discrete cosine transform:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.184.6102&rep=rep1&type=pdf>

Shrinkage function:

<https://arxiv.org/pdf/1601.07600.pdf>

Deep Learning:

<http://deeplearning.net/>