**הנחיות לכתיבת ספר הפרויקט:**

עימוד: יש להקפיד על יישור לשני הצדדים ומרווח בין שורות 1.5, כמו כן הקפידי על מראה דף אסטטי ונעים.

גופן – ariel/david גודל מקסימלי: 12 (כותרות יכולות להיות גדולות יותר)

בכל דף:

בכותרת עליונה שם התלמידה/הפרויקט

בכותרת תחתונה מספר העמוד

ראשי הפרקים הכלליים:

(יתכנו שינויים קלים בתוכן כל פרק על פי סוג הפרויקט, הפעילי שיקול דעת)

**דף שער**

דף ובו שם הפרויקט (לוגו אם יש), שם התלמידה, מספר זהות , מקום לימודים + לוגו, שם המנחה, תאריך הגשה (מספיק לכתוב חודש ושנה)

**תוכן העניינים**

חובה להשתמש בתוכן העניינים האוטומטי שנוצר על ידי word (מומלץ ליצור את תוכן העניינים רק בסיום העבודה על הספר)

1. **הצעת הפרויקט** (להקפיד לשים את ההצעה המתוקנת שנשלחה למשרד החינוך)
2. **תקציר/מבוא**

מתאר את הרקע והסיבות לבחירת הפרויקט, את המצב הקיים בשוק, את הקשיים שצפיתן שיעמדו בפניכן,

1. הרקע לפרויקט – באיזה תחום הפרויקט עוסק
2. תהליך המחקר – תארי את תהליך הלמידה שלך, בדיקת מצב קיים בשוק, למידת אלגוריתמים התייחסי גם ללמידה עצמית וגם להעמקה בנושאים ידועים וכמובן למסקנות שהגעת אליהן במהלך המחקר (את שמות האלגוריתמים פרטי בראשי פרקים בלבד- משפט קצר לכל אחד כי הפרוט יופיע בסעיפים סקירת מצב קיים וניתוח חלופות מערכתי)
3. סקירת ספרות - הפניה לספרים/ אתרי אינטרנט בהן נעזרת – **לפרט מה לקחת מכל ספר**/ אתר – איזה תחום, גם אם בסוף לא השתמשת בחומר מהאתר אפשר לציין אותו כמקור – שתיים שלוש שורות לפחות על כל תת נושא
4. אתגרים מרכזיים:
   1. הבעיה אתה התמודדת – התייחסי לפחות לשלושה אתגרים  (במשפט, הפרוט יופיע בסעיף 5) האתגרים יכולים להיות גם (אבל לא רק) אתגרים של איסוף נתונים, מגבלות טכנולוגיות וטכניות
   2. הסיבות לבחירת הנושא – ניתן לכתוב סיבות מקצועיות תכנותיות כמו גם סיבות אישיות
   3. מוטיבציה לעבודה
   4. על איזה צורך הפרויקט עונה איזה פתרון הפרויקט הזה בא לתת?
   5. הצגת פתרונות לבעיה (הפתרונות שנבחנו במסגרת המחקר המקדים(דרכי פתרון שנבדקו (גם אם נפסלו על ידך/ על ידי מסיבות של סיבוכיות חוסר יעילות/ תוצאה לא מספקת וכד')

1. **יעדים ומטרות**

**מטרות –** מה מעוניינים להשיג בפרויקט (לשם מה כתבו אותו) - כללי

**יעדים** – איך נשיג את זה (כיצד הפרויקט יענה על המטרות) – מפורט בנקודות איך תושג המטרה הכללית

1. **מדדי הצלחה** – כיצד תבדקי אם הפרויקט עונה על המטרות שהגדרתפרטי כמה נקודות **– מדד כמותי**

חיבור מקבילי בין לקוחות

1. **אתגרים –** מהם הקשיים שאיתם התמודדת במהלך כתיבת הפרויקט **, אתגרים באלגוריתם, אתגרים טכנולוגיים, אתגרים צדדים, אתגרים באיסוף ה data**
2. **רקע תיאורטי –** הסבר מפורט על הבעיה האלגוריתמית אתה התמודדת (רצוי לצטט מאמרים)
3. **מצב קיים –** מהם הפתרונות הידועים לבעיה זו (כתבי כותרות של אלגוריתמים שונים, הפרוט בסעיף הבא)
4. **ניתוח חלופות מערכתי –** ניתוח מפורט של המעלות והחסרונות בכל פתרון**, חובה להתייחס בסעיף זה ובסעיף הבא גם לניתוח חלופות טכנולוגיות (שפה, סביבת עבודה)**
5. **תיאור החלופה הנבחרת והנימוקים לבחירתה** הסבר על דרך הפתרון שלך והסיבה לבחירתה על פני הפתרונות האחרים

**תארי את כל שלבי האלגוריתם באופן מפורט – בלי קודים (הקודים יופיעו בסעיף 19)**

1. **אפיון המערכת:**
   1. ניתוח דרישות המערכת – צרכי חומרה שהמערכת צריכה כדי לפעול

סביבת פיתוח:

חומרה:

עמדת פיתוח:

מערכת ההפעלה:

מסד נתונים:

חיבור לרשת:

תוכנות:

תוספים טכנולוגיים: כגון מצלמה

1. מודול המערכת – תחומים בהם המערכת עוסקת ותחומים בהם היא לא עוסקת
2. אפיון פונקציונלי - מה היכולות של המערכת
3. ביצועים עיקריים – פרטי את ביצועי האלגוריתם המרכזי
4. אילוצים – מה ההגבלות איתן המערכת צריכה להתמודד

**11. תיאור הארכיטקטורה**

11.1 הארכיטקטורה של הפתרון המוצע בפורמט של Top-Down level

 Design  - לפרט על בנית המסכים, השרת והתקשורת בינהם

11.2 תיאור הרכיבים בפתרון  לפרט באיזו טכנולוגיה נכתב השרת, הלקוח, מסד הנתונים, לפרט ולתאר כל אחת מהטכנולוגיות (מהאינטרנט)

11.3 ארכיטקטורת רשת (אם יש)

11.4 תיאור פרוטוקולי התקשורת   - להעתיק מהצעת פרויקט

11.5 שרת-לקוח – מהי טכנולוגית התקשורת ביניהם?

**12** **ניתוח ותרשים UML / Use cases של המערכת המוצעת**

**12.1** תיאור ה-UC העיקריים של המערכת

**12.2** הצגת  use caseעבור כל הפונקציות העיקריות בפרויקט.

**12.3** מבנה נתונים בהם השתמשת (רשימה, מחסנית, תור וכו') **–** נמקי את הבחירה דווקא במבנה זה

**12.4** הקשרים בין היחידות השונות .

**12.5** עץ מודולים

**12.6**   Use case Diagram

**12.7**   רשימת Use cases

**12.8** UML

**~~12.9~~** ~~תרשים של כל המחלקות בפרויקט~~

~~(ב Visual studio – לחיצה ימנית על הsolution -> view -> class diagram ולהעתיק בצילום מסך את כל המחלקות שנוצרו)~~

~~יש להציג את המחלקות של כל שכבה בנפרד ולפרט ולהסביר דברים הדורשים הסבר.~~

**~~12.11~~** ~~תיאור המחלקות המוצעות  - הסבר מפורט על כל מחלקה/ יחידת מחלקות בפרויקט – תיאור מפורט ומקיף של, מחלקות עיקריות (בעיקר מחלקות הקשורות לאלגוריתם אבל לא רק) כולל הסבר מפורט על תפקיד כל מחלקה, פונקציות עיקריות באלגוריתם וכד'.~~

~~אם יש דלגייטים, פלימורפיזם מעניין, היררכית מחלקות מעניינת – לפרט ולהסביר כאן ( כל דבר חשוב שקשור לבניה של המחלקות . תכונות/ פונקציות בתוך המחלקות)~~

**~~•~~** ~~מה תפקידה של כל יחידה~~

**~~•~~** ~~מה הקלטים שלה~~

**~~•~~** ~~מה הפלטים שלה~~

~~הבהרה -  קלט יכול להיות מהמשתמש / מהרשת / מבסיס הנתונים או מכל יחידה אחרת, כנ"ל גם פלט.~~

~~יש להראות את זרימת המידע בין היחידות השונות~~

~~בסעיף זה אל תתמקדי בתיאור האלגוריתם אלא במחלקות ניהוליות~~

**13 רכיבי ממשק**

**14 תיכון המערכת**

**14.1 ארכיטקטורת המערכת**

**14.2 תיכון מפורט  -** טכנולוגיית הפתרון

**14.3 חלופות ד המערכת –** טכנולוגיות אחרות שהיו יכולות לבוא בחשבון

**15 תיאור התוכנה**

15.1 סביבת עבודה

15.2 שפות תכנות

**16 תיאור מסכים   -** רשימה של כל המסכים בפרויקט

**17** **תרשים מסכים המתאר את היררכיית המסכים והמעברים ביניהם**  - תרשים זרימה המתאר את תהליך העברת המידע ממסך למסך

**18 פרוט המסכים –** לכל מסך צילום מסך + הסבר קצר על תפקיד המסך

עבור כל אלמנט תצוגה  **משמעותי** כדוגמת: כפתור, תיבת טקסט יש להסביר את תפקידם.

**19 קוד התוכנית + תיעוד**

קודים עיקריים של האלגוריתם

יש לערוך את הפרק הזה יפה, לחלק לתתי פרקים וכותרות על פי הפרויקט שלכן ולא סתם להעתיק קודים ללא הסברים. לדוגמא: לא מעתיקים מחלקה שלמה אלא, שם המחלקה, תיאור תפקיד המחלקה ומשתנים עיקריים. כל פונקציה משמעותית בנפרד עם תיאור הפונקציה, הסברים קצרים באמצע הקוד ולפעמים אם נצרך אפילו הסבר מפורט על כל חלק בפונקציה.

**20** **תיאור מסד הנתונים   גם קבצי אקסל json, מאגר תמונות נחשב מסד נתונים יש להסביר ולהדגים מבנה (אם יש)**

**20.1** תרשים טבלאות + קשרי גומלין (ניתן לייבא מ sqlserver)

**20**.**2** עבור כל טבלה בבסיס הנתונים יש להציג את:

**o** רשימת השדות בטבלה

o האם השדה הוא מפתח

o טיפוס הנתונים

o האם הוא חובה (allow null)  ? האם קיים ערך בררת מחדל?

במקרה הצורך הסבירי את תפקיד השדה (כאשר לא מובן מאליו)

**21 מדריך למשתמש –** הדרכה תמציתית בלי צילומי מסך (אלא אם כן יש צילומים שמסיבה כלשהי לא נכללו בפרק הקודם)

**22 בדיקות והערכה  -** הראי איך השיג הפרויקט את המטרות שהצבת לעצמך, בבינה מלאכותית להתייחס למדדי ההצלחה של המודל

**23 ניתוח יעילות  -** התייחסי למהירות הביצוע וניתוח זמני ריצה של האלגוריתם

**24 אבטחת מידע  -** קודים, סיסמאות, אימות משתמשים

**25 מסקנות  -** מה למדת מהפרויקט?

**26 פיתוחים עתידיים  -** מה ניתן להוסיף על הפרויקט כדי להרחיב אותו לתחומים נוספים/ לשפר אותו?

**27 בבליוגרפיה –** ספרים/ אתרי אינטרנט בהם נעזרת, כאן רק שם האתר/ ספר / מאמר, מחבר ושנת הוצאה ללא פירוט תוכן

זה היה יחסית בהתחלה, לאחר שכתבתי את הקוד שממפה את התווים לפי התדרים.  
הפלט היה יכול להיות באורך של מאות תווים לשיר אחד בעל 3 שניות.  
לא הבנתי מה קורה, הוא זיהה תווים יחסית נכונים, אבל מלא פעמים, הוא יכול היה לכתוב את התו C יותר ממאה פעמים ברצף.   
לאחר בדיקה וחקירה הבנתי שהבעיה מגיעה מכך שחלק מהפרמטרים ששולחים לפונקציה FFT – כמות דגימות וחלון זמן מגדירים לפונקציה כמה פעמים בכל שניה לבדוק מהו התדר. מה שגרם לו "למצוא" מאות פעמים את התו C.  
הפיתרון היה לעבור בלולאה על המערך ולסכום את כמות הפעמים שמופיע כל תו.

* אחד האתגרים המורכבים ביותר היה באמצע הדרך, כאשר חצי מהקוד היה כתוב והוא היה כבר בשלב שבו הוא ניתח את השיר, הציג את ספקטרום התדרים ואף הציג את התווים שהוא זיהה לפי עצמת התדר הדומיננטי. שמחתי שהנה אני בשלב מתקדם ו"כמעט" מסיימת.  
  לפתע גיליתי שהוא מזהה תתווים שבכלל לא קיימים.  
  ניקח למשל שיר שהתווים שלו הם C G E הצפייה היתה שאכן יציג לי את הפלט C G E, אך במקום זה הוא הציג לי כך את התו G : 4G 5G 5D 5G 5B 6D 6F 6G .וכן הלאה.  
  לא הצלתי להבין מאיפה הוא "ממציא" את התווים האלו? המנגינה היתה מנגינה נטו בלי אקורדים ובל רעשים.  
  בתחילה חשבתי שהבעיה בקוד. (אולי באופן שבו טיפלתי בבעיה הקודמת שהציג לי את התו שזיהה בכל שניה.) ניסיתי לשנות, להפוך, להוריד. וכלום לא עזר.  
  חקרתי עוד על הבעיה, הגעתי לסרטון ביוטיוב על תאוריית המוזיקה וגיליתי משהו מעניין:  
  צלילים, כמעט תמיד יהיו מורכבים מכמה תדרים!  
  אם אנחנו ננגן תו - התדרים החזקים יהיו התדרים של התו שאותו אנחנו מנגנים. אבל בנוסף אליו יהיו תדרים נוספים שהם מה שנותנים את האופי של כל צליל וצליל.  
  זה היה מעניין מאוד. אבל מה עושים?? איך אני יכולה לדעת עכשיו מה זה כל תו??? מה היה התו המרכזי? הרי חלק מהאלגוריתם שקדם לפלט הזה – התבסס על זיהוי התדרים הדומיננטיים בכל חלון. ומסתבר שזה לא מספיק.  
  חשבתי להתייאש...  
  אבל אז, המשכתי את הסרטון והבנתי בדיוק מה לעשות: וכך אמר הקריין "המקרים שבהם תוכלו לשמוע צליל נקי לגמרי, שמנגן רק תדר ספציפי בלי תדרים נוספים זה צליל מסונתז שמחשב ייצר".  
  רק מחשב או כלי מיוחד כמו סינטיזר לדוגמא, יכול לייצר צליל נקי, ללא תדרים נוספים.  
  אז--- הפתרון היה פשוט – כל מה שהייתי צריכה לעשות זה לכתוב בקוד, לפני הניתוח של כל צליל שורת קוד שתעשה "סינטזה" על הצליל . יש כמה סוגי סינטזות. מה שאני הייתי צריכה להשתמש נקרא "סינטזה חיסורית" : מתחילים מגל עשיר בתדרים (כמו גל מסור) ומסננים ממנו חלקים בעזרת פילטרים (low-pass, high-pass).  
  כאן ראיתי עד כמה בחירת השפה וסביבת העבודה שלי היתה חכמה. כי שפה זו עשירה בספריות לעיבוד אותות וכל מה שנשאר לי היה להפעיל את הפונקציה הזו שבעצם יוצרת גל סינוסי בתדר הרצוי. במאטלאב זה נראה בערך כך : signal = 0.5 \* sin(2 \* pi \* f\_G4 \* t); (דוגמא על תו 4G).  
    
    
  זיהוי תו נכון מתוך אות FFT שמכיל הרמוניות ורעש.
* מיזוג תווים זהים שהופיעו בנפרד בשל סטיות קלות בתדר ובזמן.
* הופעה של תווים "מומצאים" שלא קיימים בפועל במנגינה – בעיה שנבעה מהשפעת הרמוניות על תוצאת ה-FFT, והובילה לתוצאות מבלבלות עד שהוסבר היטב באמצעות סרטון הסברה.
* הצגה גרפית מקצועית של התווים בצורה ידידותית למשתמש בדפדפן.
* **בעיית זיהוי תווים שאינם קיימים בפועל (הרמוניות):**  
  בתחילה נראה היה שהתוכנית מזהה תווים שלא נשמעו כלל במנגינה. לאחר חקירה מעמיקה ובעקבות צפייה בסרטון הסברה ([How to find the *real* pitch of any sound](https://www.youtube.com/watch?v=JBF-vtCyKGM&t=10s)), הובן כי מדובר בתדרים גבוהים הנובעים מהרמוניות – כלומר, כפולות של התדר הבסיסי.  
  נבחנו מספר שיטות לסינון תדרים אלו, ובסופו של דבר נבחרה גישה שמבצעת בדיקה של יחס בין תדרים (harmonic spacing) כדי לזהות את התו הבסיסי ולסנן את הכפולות.
* **בעיית זיהוי תדר עיקרי מה-FFT:**  
  הושוותה שיטת חישוב ממוצע תדרים לבין שימוש בפיק המרכזי בתוצאה. נמצא שהפיק החזק ביותר לעיתים שייך דווקא להרמוניה ולא לתדר הבסיסי, ולכן נוספה בדיקה של מבנה התדרים לזיהוי תו אמיתי.
* **בעיית מיזוג תווים זהים:**  
  בתחילה התמקדנו במיזוג תווים זהים שהופיעו ברצף בלבד, אך זיהינו כי תווים רבים נחתכים עקב שינויים מזעריים בתדר ובמרווחי זמן קצרים. הפתרון שנבחר כלל שילוב של תנאים לזיהוי תווים דומים על בסיס קרבה בתדר ובזמן.
* **בעיית הצגת תווים בצורה גרפית בדפדפן:**  
  נבחנו מספר כלים להצגת תווים, כולל LilyPond ליצירת תווים בפורמט PDF, אך נבחרה לבסוף ספריית VexFlow, שמאפשרת הצגת תווים בצורה אינטראקטיבית וישירה ב-React, עם אפשרות להתאמה דינמית על פי הנתונים שהתקבלו מהשרת.