

## תרגיל בגרפיקה ממוחשבת - תוכנת Project-3D

התכנית מקבלת כקלט מבנה המתאר, באמצעות קואורדינטות העולם, שירטוט של קוביה ופירמידה (ראה להלן) וכן הוראות מהמשתמש באמצעות תפריט .

פלט התכנית יהיה מסך שעליו יוצגו תוצאות שיתקבלו לאחר שילוב של הפעולות הבאות:

1. הטלות דו מימדיות של האובייקטים (התלת מימדיים)
2. הגדלה והקטנה (סילום) של צמד האובייקטים .
3. סיבוב צמד האובייקטים, כאשר ניתן לדרוש סיבוב סביב כל אחד משלושת הצירים הראשיים  $(X,Y,Z)$  .
4. הסרה של משטחים נסתרים. ראה הסברים בהמשך .

ההטלות הנדרשות הן: הטלה מקבילית, הטלה אלכסונית והטלה פרספקטיבית .

בנוסף לחלון בו מוצגים האובייקטים עליכם לתכנן חלונות ותפריטים לקבלת הקלט מן המשתמש כולל ערכי הקלט הנדרשים (למשל זווית ההטלה או זוויות הסיבוב וכן ציר הסיבוב), וכן ערכי מידע ושליטה בתכנית כגון מעברים מהטלה להטלה, יציאה מהתכנית או טעינת האובייקטים מחדש . ניתן להביע את ערכי ההטלה והסיבוב על ידי פסי גרירה או באמצעות מספרים או בכל דרך אחרת . על התכנית לבדוק את נכונות הנתונים ולסרב לבצע פעולות בלתי חוקיות ולהודיע על כך למשתמש בהודעות שגיהא .

ניתן לקדד בכל שפה שתמצא כמתאימה אולם אין להשתמש באוספי שגרות מוכנות של טרנספורמציות ו/או בחבילות גרפיות מוכנות .

ההטלות צריכות להיות מצוירות על ידי פקודות מסוג `Line` . ניתן להשתמש גם בפקודות מסוג `polygon` . ההמלצה היא להשתמש בפונקציה מובנית של פוליון מאחר שלרוב מכילה פרמטרים למילוי הפוליון בצבע רצוי.

על הקוד להיות מלווה בהערות שיאפשרו להבינו גם ללא הנחיות המקדד. בנוסף לקידוד נאות של האלגוריתמים (כלומר שהתכנית תבצע את המצופה) יש לתת תשומת לב לנוחיות ובהירות ההפעלה, הנחיית המשתמש (Help) וכו' .

**עליכם להגיש את העבודה באמצעות מערכת המוודל**

**עד מוצאי שבת 20 ביוני 2021 בחמשה לחצות.**

**העבודה תוגש בקבוצות של 3 סטודנטים לפי בחירתכם**

בנוסף לתכנית ה"מקומפלט" שרצה בקובץ EXE (או דומה) עליכם להגיש את קובצי הקוד וכן מסמך Word המכיל את המידע הבא:

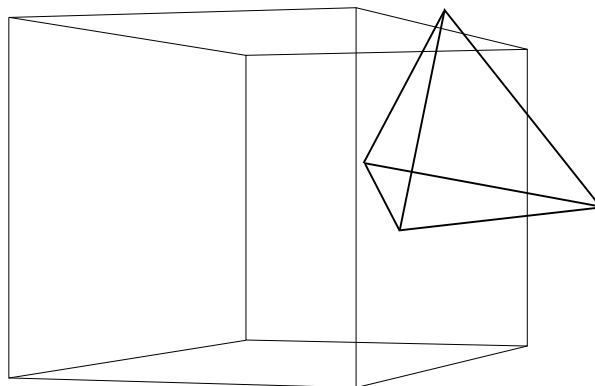
המבנה הלוגי של הנתונים .

את תרשים הזרימה ברמה של שמות השגרות של התכנית עם פרוט הקלט והפלט של כל שגרה .

את השגיאות שיש בכוונתכם לתפוס ואת מיקום ודרך הצגתן .

מלוי הדרישות הנ"ל מעניק ציון של 80% . הציון יעלה או ירד בהתאם לקריטריונים של איכות: דיוק באלגוריתמים, קידוד מודולרי, הערות בתוך הקוד ומידת קריאותו, הצגה "חלקה" , טיב הממשק למשתמש ונוחות הפעלתו, מסכי עזר, מסכי עזרה ו"מובנות מאליה" של התכנית .  
(צריך שילד בן 9 יוכל להפעיל אותה) ...

דוגמה לא מחייבת למבנה הנתונים לאובייקטים קוביה ופירמידה:



14 קודקודים		14 פוליגונים	
1	-200,-50,-50	1	1,2,4,3
2	-100,-50,-50	2	2,6,8,4
3	-200, 50,-50	3	3,4,8,7
4	-100, 50,-50	4	5,1,3,7
5	-200,-50, 50	5	6,5,7,8
6	-100,-50, 50	6	1,5,6,2
7	-200, 50, 50	7	9,10,11
8	-100, 50, 50	8	12,9,11
9	175,-75, 0	9	11,10,14
10	250, 0, 0	10	12,11,14
11	175, 0, -75	11	13,12,14
12	100, 0, 0	12	10,13,14
13	175, 0, 75	13	10,9,13

9,12,13	14	175, 75, 0	14
---------	----	------------	----

הנחיות לא מחייבות ....

הטרנספורמציות התלת מימדיות נעשות על הנקודות שמייצגות את קודקודי הפוליגונים .  
 כדאי להבין את ההפרדה שיש בין הטרנספורמציות על ה DATA לבין " מסנני המסך "השונים שיש  
 להפעיל על הנתונים לפני הצגתם .(הטלות המסך השונות והסרת המשטחים הנסתרים).

הסרת המשטחים הנסתרים:

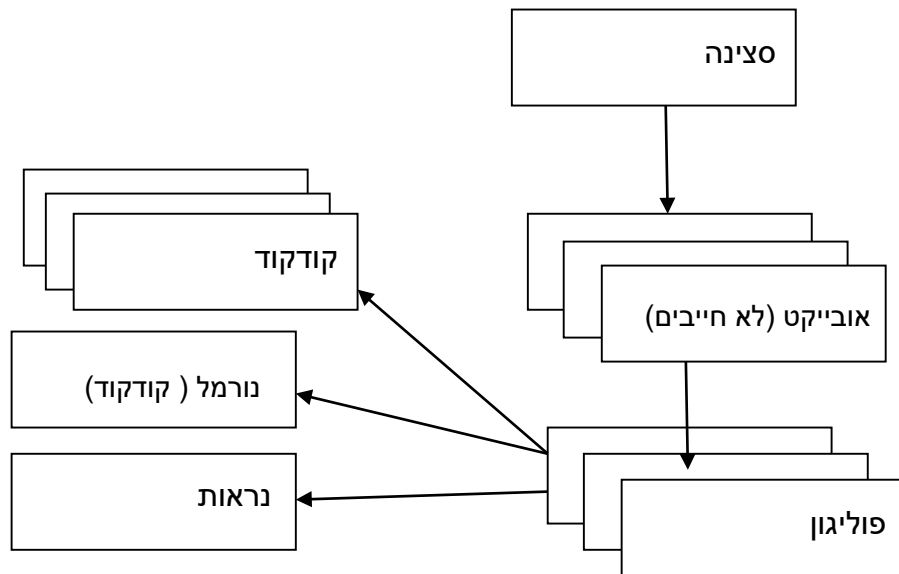
אחת הדרכים הנפוצות היא לחשב לכל פוליגון בסצינה את הראות שלו(Visibility) .  
 כדי לעשות זאת יש לחשב את הווקטור הנורמל לפוליגון על ידי מכפלה וקטורית של שני וקטורי צלעות  
 עוקבים (נגד כוון השעון כשמסתכלים מבחוץ).  
 סימנה של המכפלה הסקלרית של וקטור הנורמל עם וקטור כלשהו מהמתבונן אל הפוליגון (שיעורי אחד  
 הקודקודים) תתן את הנראות. אם שלילית – הפוליגון פונה אל המתבונן והוא נראה .  
 בנוסף לכך צריך לבצע מעין "אלגוריתם הצייר" ולצייר למסך קודם את הפוליגונים המרוחקים ואחר כך את  
 הקרובים (כן כן צריך לעשות מיון עומק על שיעור Z המקסימלי של הפוליגונים).

אם נסכם נראה שבאובייקט הפוליגון התלת מימדי צריך בנוסף לרשימת הקודקודים להחזיק עוד כמה  
 מרכיבים:

הוקטור הנורמלי (אשר יש לו מבנה נתונים של עוד קודקוד) ...

דגלון הנראות .

שיעור Z מקסימלי (לצורך מיון עומק) במבנה מספר , יחושב דינאמית אחרי כל טרנספורמציה ולמי  
 שרוצה .... גוון הפוליגון



לשם הפשטות ניתן להציג את שני האובייקטים הנדרשים בתרגיל משני צדדיה של ראשית הצירים של העולם. במקרה זה סיבוב דרך הצירים וסילום יראו טבעיים וללא צורך בטרנספורמציות מורכבות הכוללות הזזה לראשית והחזרה. (זוהי הדוגמה המספרית בסעיף קודם)

לצורך הצגה טובה באמצע המסך יש אם כך צורך להוסיף לפונקציית הציור (`draw`) את קואורדינטות אמצע המסך.

אולם פישוט זה יגבה מחיר בעת ההצגה למסך... בנוסף לאמור לעיל לגבי פ' הציור, צריך יהיה להוסיף לכל ערכי  $Z$  את המרחק הוירטואלי של המסך מראשית הצירים. יש לקחת זאת בחשבון הן בהטלות השונות והן בחישוב הראות (ומיון העומק?). (אפשרות כחולה בציור)

לחילופין אפשר לעשות "פישוט למחצה" ולהציב את האובייקטים בעומק ציר  $Z$  בסימטריה סביבו ובזמן הסילום והסיבוב לבצע "הזזה לראשית" רק בציר  $Z$ . זה יחסוך את הסיבוב בחישובי ההטלות וחישוב הראות.

(אפשרות שחורה בציור)

בכל מקרה כדאי להציב את האובייקטים במרחק זה מזה הגדול ממידותיו של כל אחד מהם וזאת על מנת למנוע קונפליקטים בביצוע אלגוריתם הציור...

