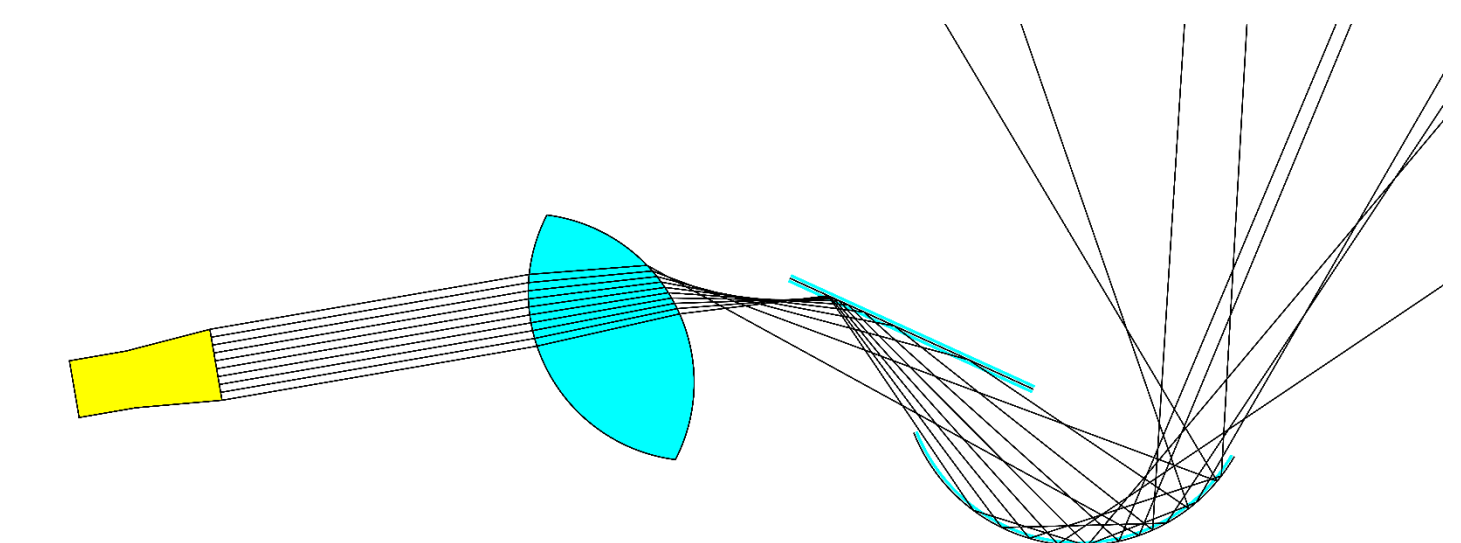


סימולציות ויזואליות של מודלים אופטיים דו מימדיים

עופר פלסר
תלמה ילין, גבעתיים
מנחה: ד"ר ולדימיר נודלמן, מכון דוידסון

מבוא

הפרויקט שלי עוסק בנושא החינוך המדעי ובאופן פרטני בלימוד נושא האופטיקה הגיאומטרית. התוצר הוא כלי לימודי למורים ולתלמידים: סביבה וזיאלית המאפשרת בנייה של מערכות אופטיות בעזרת הוספה, שינוי וטרנספורמציה של אובייקטים אופטיים ומקורות אור. התוכנה מדמה את האינטראקציות שבין קרני האור לאובייקטים האופטיים, ומציגה אותן בצורה ויזואלית.

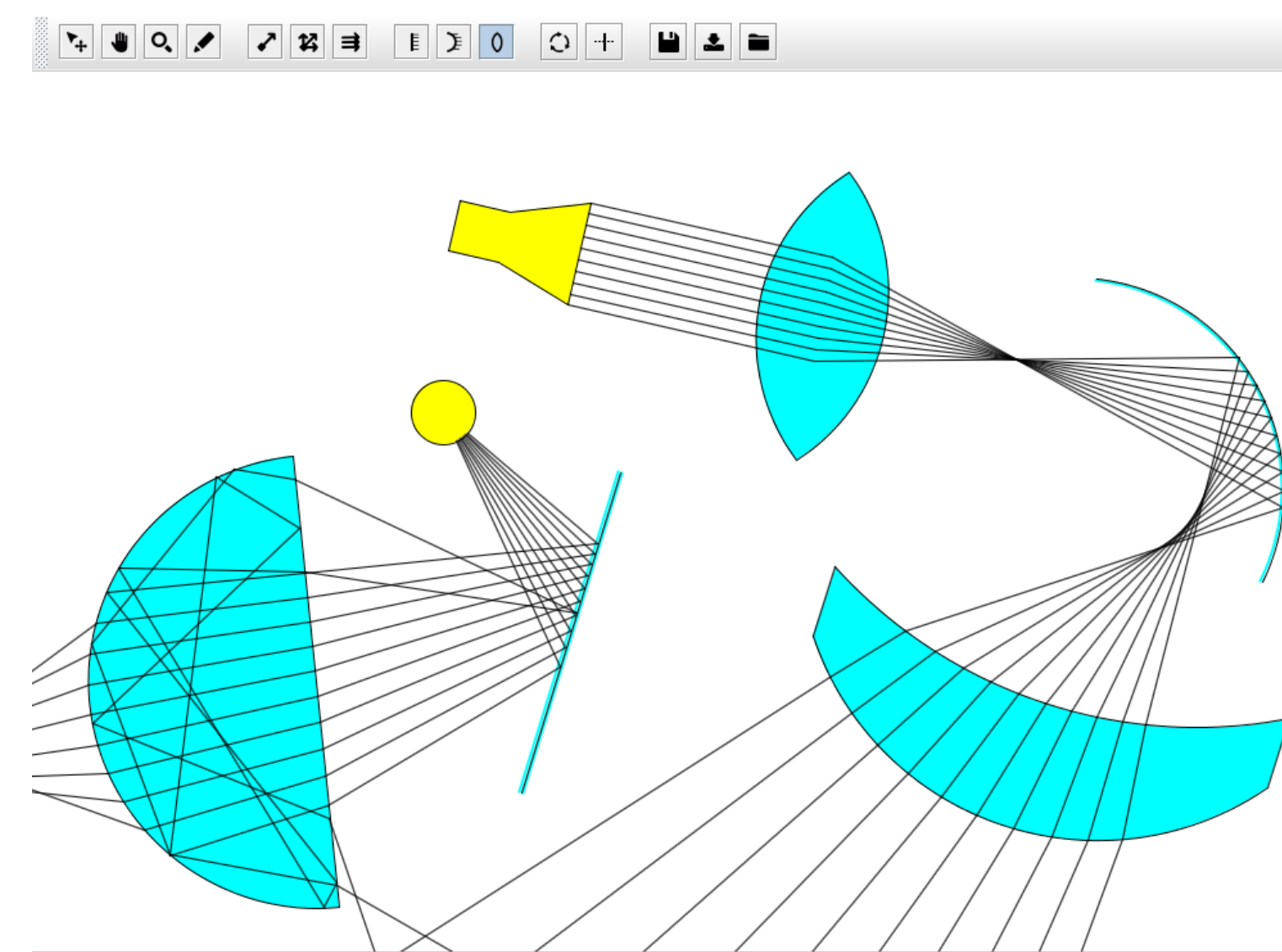


תמונה 1: סימולציה של קרני אור מקבילות אשר פוגשות בעדשה מרכזת, מראה שטוחה ומראה כעורה

סימולציות אלו מאפשרות לראות באופן מיידי ומוחשי את מהות האינטראקציות ובכך מעמיקה את הבנתו של המשתמש בנושא האופטיקה הגיאומטרית.

מטרת הפרויקט

להגביר את הניגשות ללימודי האופטיקה הגיאומטרית בעזרת כלי לימודי, חינוכי וידידותי למשתמש. הכלי מיועד למורים ולתלמידים אך אפשר לכל אדם עם גישה למחשב להעמיק את תפיסתו בנושא האופטיקה הגיאומטרית.



תמונה 2: הממשק של התוכנה והאובייקטים השונים שניתן ליצור ולשנות

מרכיבי התוכנה

התוכנה נכתבה בשפת Java כדי שתוכל לרוץ על כל מערכות ההפעלה המרכזיות. בבסיסה מספר מודולים:

1. צורות פרימיטיביות גיאומטריות: קווים, קשתות, וקרניים.

2. מן הפרימיטיבים בנויים האובייקטים האופטיים: מראות ישרות, מראות קעורות וקמורות, עדשות דקות וריאליסטיות (מפזרות ומרכזות), מקורות אור נקודתיים ומקורות אור של קרניים מקבילות.

3. מן האובייקטים ניתן לבנות מערכת אופטית: אובייקט המכיל את כלל האובייקטים שהוספו למערכת ומדמה את האינטראקציות שביניהם בעזרת נוסחאות ווקטוריות של חוק סנל (1), החזרה (2) ונוסחת העדשה (3).

4. ממשק אינטראקטיבי וידידותי למשתמש אשר מציג באופן וזיואלי את האובייקטים ומאפשר ליצור ולשנות אותם באופן דינמי גם דינית וגם אוטומטית.

$$1) V_{refract} = rl + n \left(rc - \sqrt{1 - r^2(1 - c^2)} \right)$$

$$2) V_{reflect} = l - 2(n \cdot l) \cdot n$$

$$3) V_{emergent} = l + (n_2 - n_1) \left[\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) r \right]$$

תוצר

תוכנה אינטואיטיבית וקלה לשימוש המאפשרת ליצור מערכות אופטיות ולראות כיצד משפיעים האובייקטים האופטיים על קרני האור. את המערכות ניתן לשמוע ולטעון לפי הצורך.

הממשק בנוי משני סרגלי כלים: אחד סטטי ומכיל את כל הכלים והכפתורים ששולטים על העולם האופטי; השני דינאמי ומציג את המאפיינים של האובייקט המוסמן.

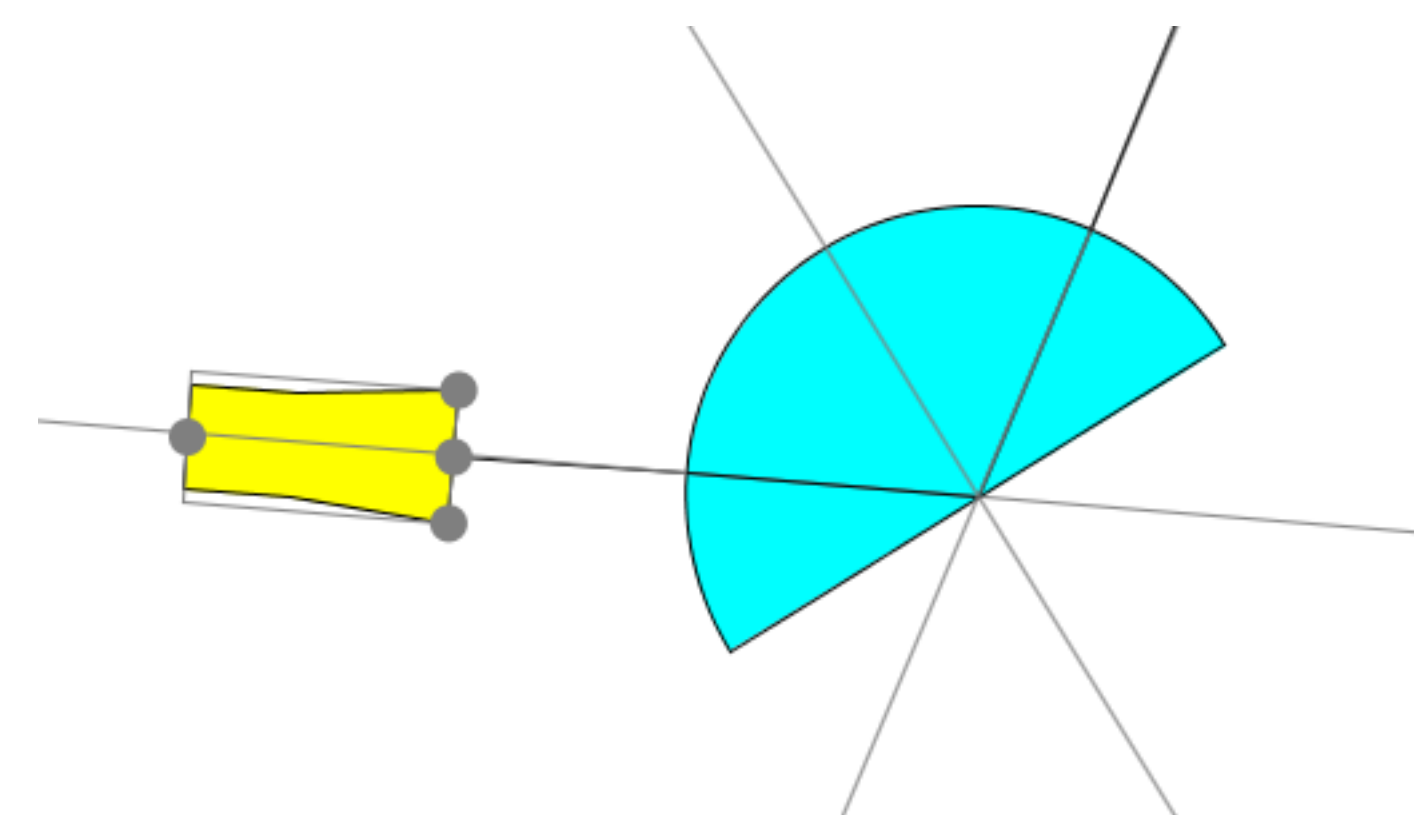


תמונה 3: סרגלי הכלים של התוכנה

כדי להוסיף אובייקט יש ללחוץ על הכפתור שלו בסרגל הכלים ולגרור או ללחוץ במקום בו רוצים להוסיף את האובייקט.

כל אובייקט ניתן להזזה, סיבוב, שכפול ומחיקה. ניתן לגרור כל אחת מנקודות האחיזה המופיעות כאשר האובייקט מסומן כדי לשנות אותו וכן ניתן לערוך את מאפייני האובייקט בעזרת סרגל הכלים שלו. כלי הבחירה מאפשר סימון מספר אובייקטים והזזתם יחד.

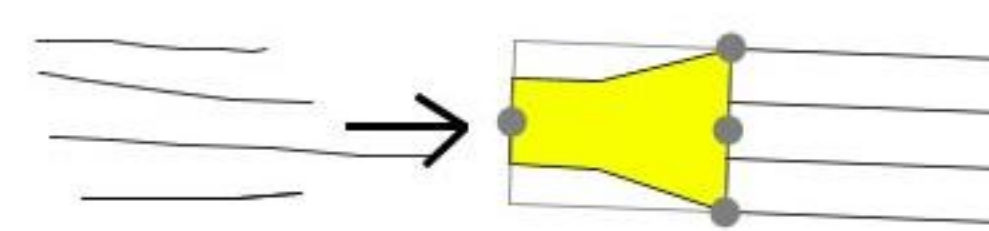
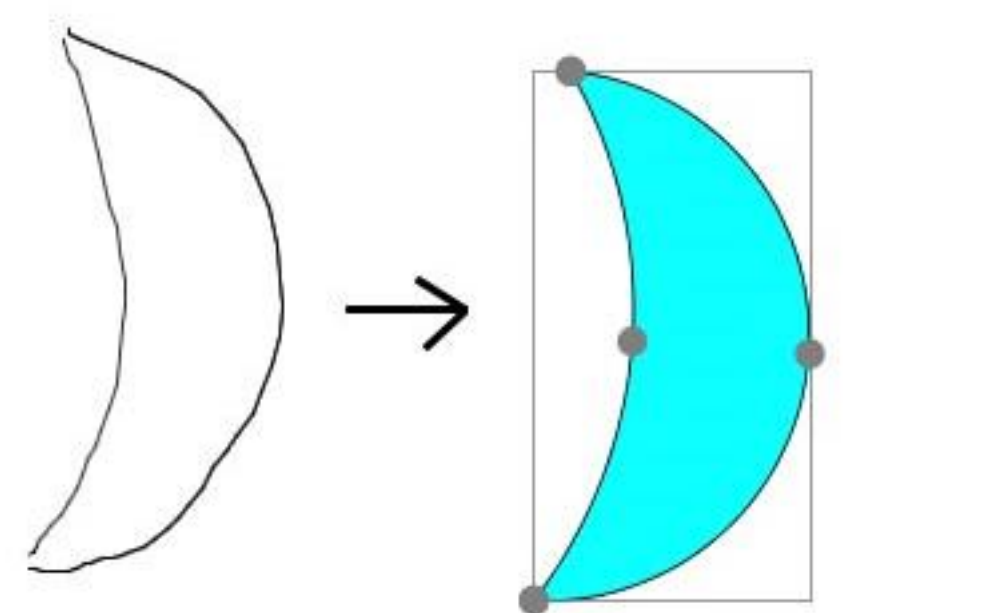
ניתן למתג את הצגת הנורמלים למשטחים הנחתכים על ידי קרני האור בעזרת לחיצה על כפתור ה-Toggle Normals. הצגת הנורמלים מסייעת בהבנת תופעות השבירה וההחזרה של הקרניים.



תמונה 4: החזרה גמורה במנסרה חצי עגולה

ישנה האפשרות להגדיל ולהקטין (Zoom) את העולם האופטי וכן להזיז אותו (Pan) בעזרת הכפתורים המתאימים. כדי לאתחלו יש ללחוץ על כפתור Clear וכדי לשמור או לטעון מערכות ניתן ללחוץ על כפתור השמירה, שמירה בשם או טעינה.

כפתור הציור מאפשר ציור של אובייקטים ביד חופשית. התוכנה מזהה את הציור ומוסיפה את האובייקט המצויר לעולם האופטי.



תמונה 5: דוגמה לאובייקטים שניתן לצייר בעזרת פונקציית ציור האובייקטים

השלבים הבאים

כמובן שיש עוד דברים רבים שניתן להוסיף, אובייקטים חדשים, לדוגמה בעלי משטחים פרבולים והיפרבולים, פיצ'רים חדשים, לדוגמה כלי מדידה, גריד וכו'.

התוכנה תפורסם באינטרנט בחינם ביחד עם קוד המקור שלה והתיעוד שלו. המטרה היא שכל מי שצריך את התוכנה יוכל להשיגה בקלות וכל מי שרוצה לשפר את התוכנה או לחקור אותה יוכל לעשות זאת.



open source initiative

תמונה 6: לוגו של יוזמת הקוד הפתוח