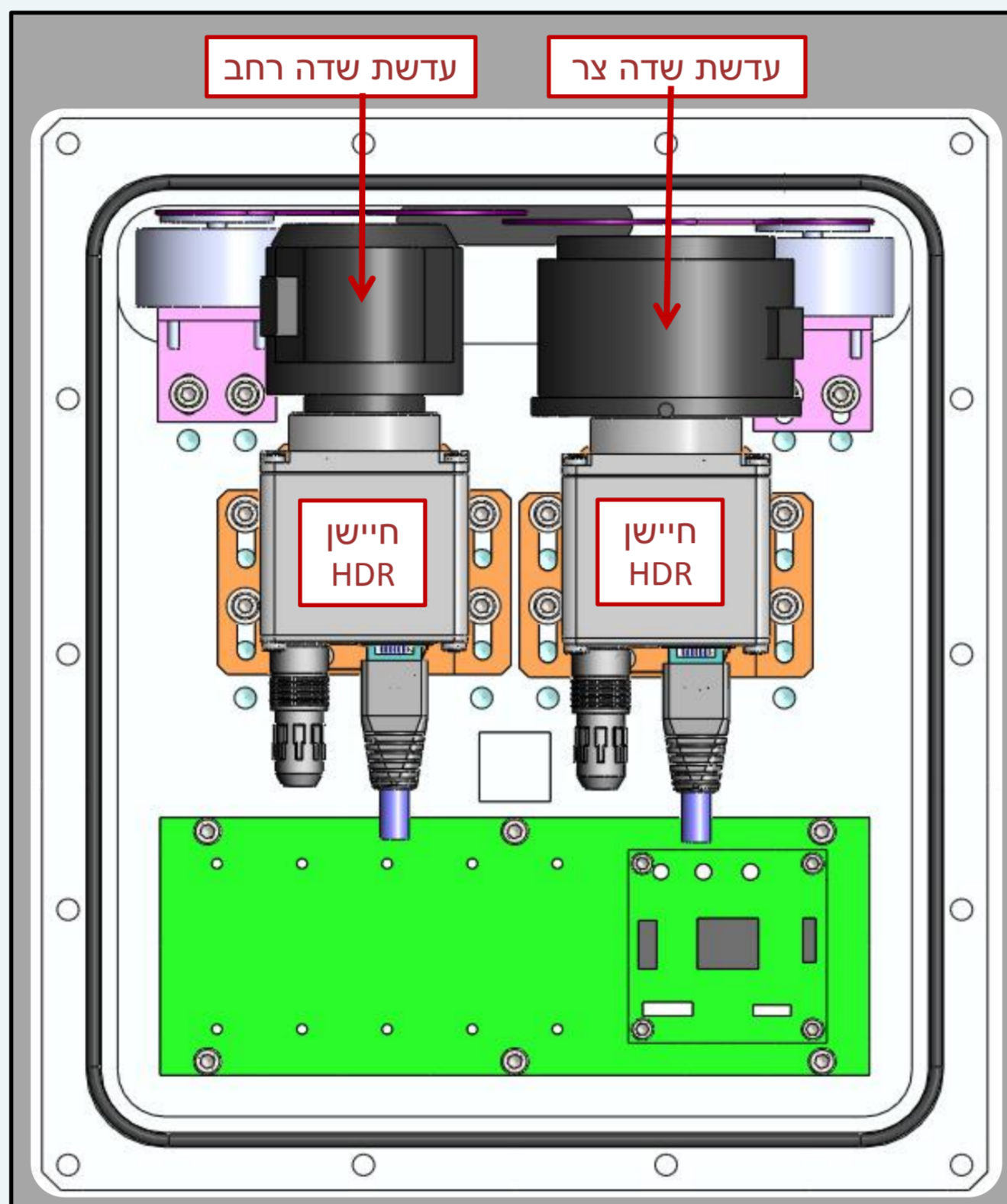
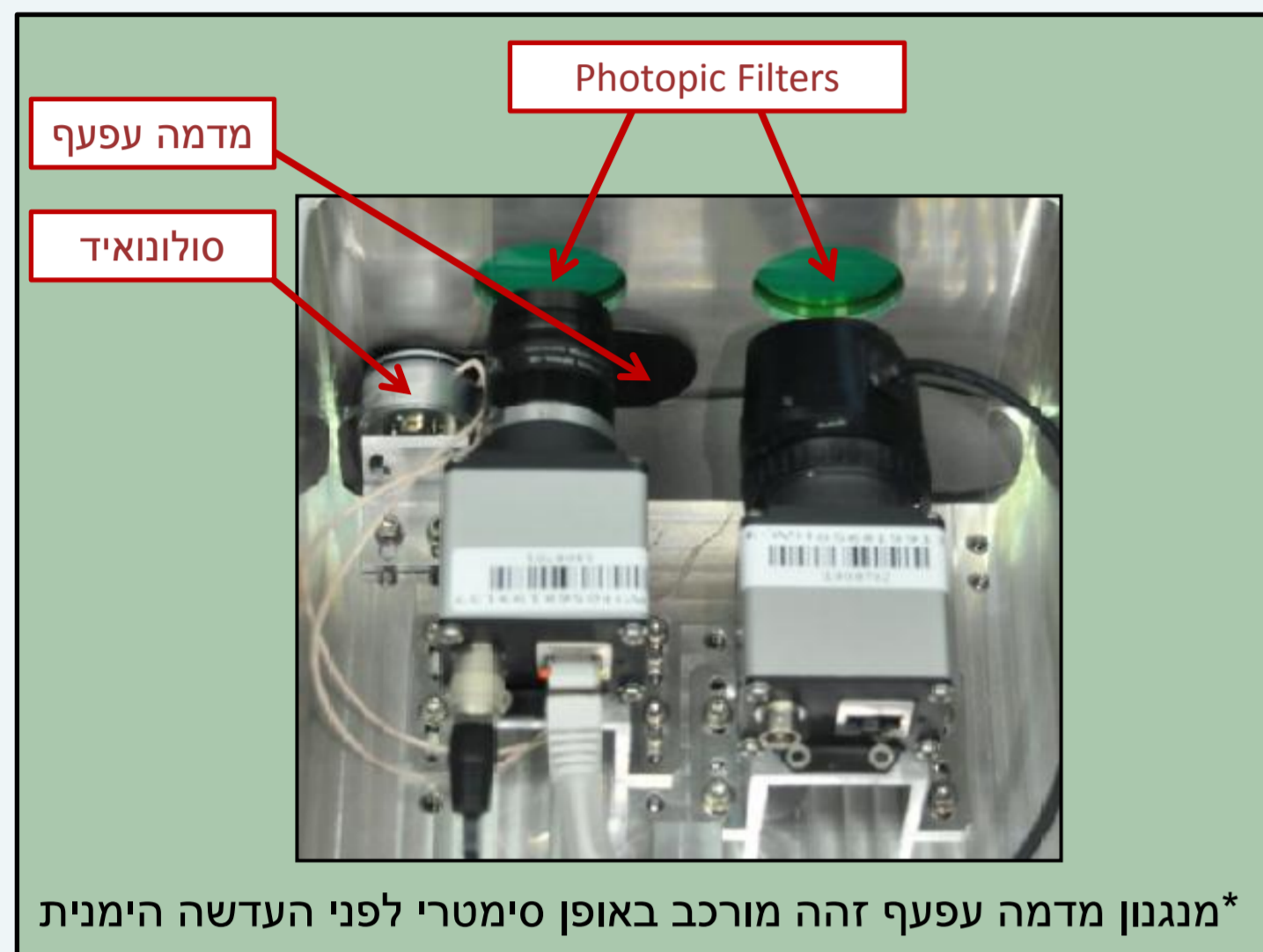


תיאור הפרויקט

המערכת מדמה עין אחת אך מכילה שני חיישני HDR זהים (מדגם UI-5120SE) כאשר לפני חיישן אחד מותקנת עדשת שדה צר ולפני השני עדשת שדה רחב בכדי לדמות את הרזולוציה המשתנה בעין.



*מנגנון מדמה עפעף זה מורכב באופן סימטרי לפני העדשה הימנית



השוואה בין צילום באמצעות חיישן CCD לצילום באמצעות חיישן HDR

רכיבי המערכת:

חיישני (High Dynamic Range) HDR:

חיישנים אשר סופגים אנרגיה מפגיעת הפוטונים וממירים אותה למתח (בניגוד לחיישנים רגילים, CCD, אשר מעבירים מטען חשמלי בהתאם לכמות הפוטונים הפוגעים בגלאי בזמן החשיפה ולכן מגיעים בקלות לרוויה). תכונה זו של היענות לוגריתמית במקום ליניארית מאפשרת רגישות גבוהה.

עדשת שדה צר: אורך מוקד 6mm.

עדשת שדה רחב: אורך מוקד 50mm.

Photopic filters: נמצאים בקדמת המערכת, כאשר בשילוב עם החיישן הנבחר מדמים בקירוב הטוב ביותר את גרף היענות של העין.

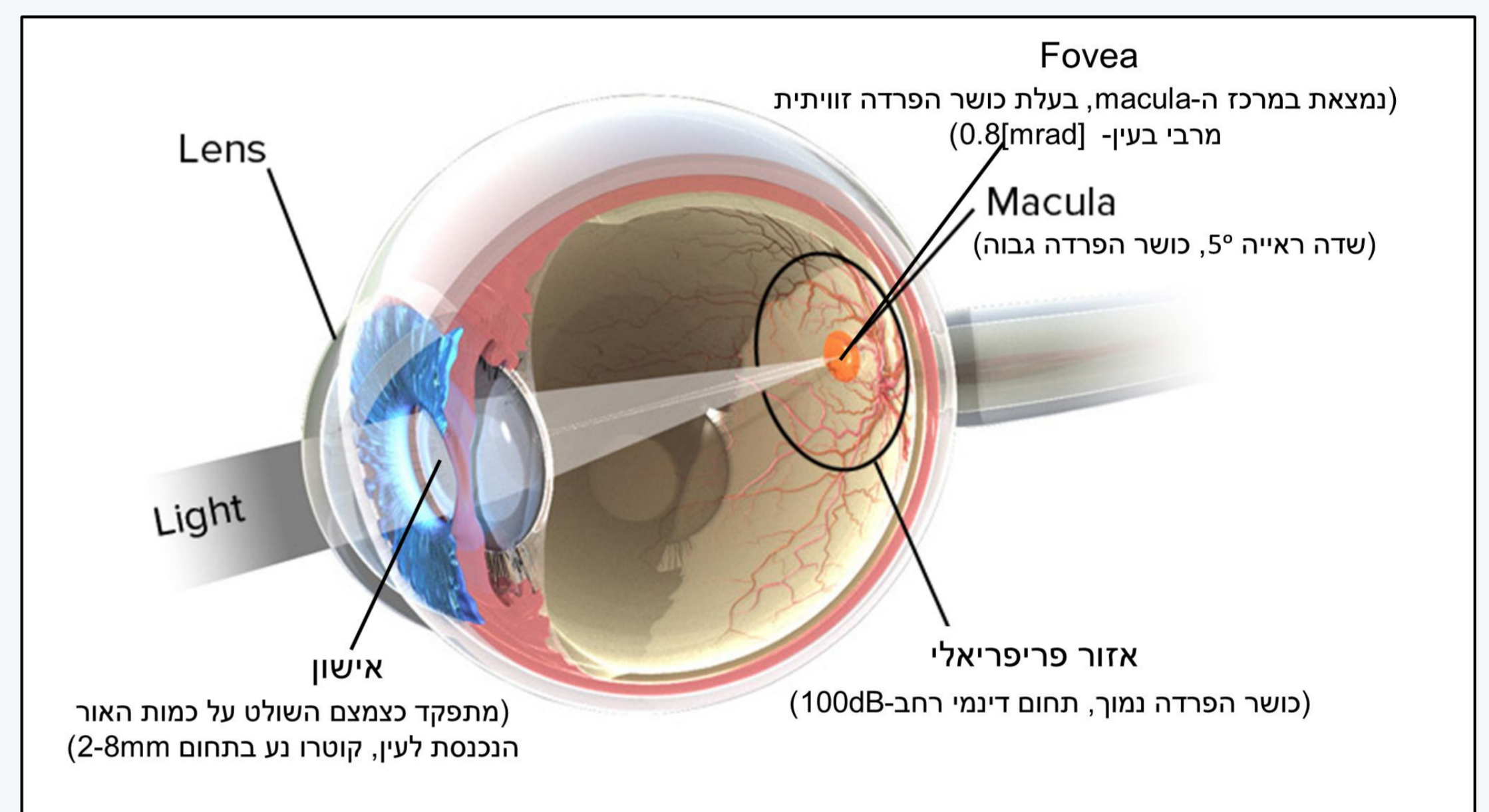
מנגנון מדמה עפעף: שתי מערכות, אשר כל אחת מהן מכילה עפעף (לוח שחור החוסם את שדה הראייה של החיישן), סולנואיד הנשלטים על-ידי driver ו-controller. שני המנועים מתוכננים לפעול בו זמנית כדי שהסגירה או הפתיחה יתבצעו במקביל בשני החיישנים.

תקציר

במהלך עבודה ניסויית, עולה צורך לבחון האם מערכות שונות גורמות לסנוור ומהי התמונה שרואה האדם המסנוור במצב זה. בשל הסכנה הטמונה בפגיעה באדם בניסויים על עין אנושית, הוחלט לייצר מתקן, המדמה את העין האנושית. מטרת הפרויקט לדמות ככל הניתן את תכונות העין האנושית ובהן השפעת עוצמת האור הנכנסת לעין, קליטת אור בתחום הנראה, כושר ההפרדה והתחום הדינמי (רגישות משתנה לאור). כמו כן דימוי המנגנונים הקיימים בעין אנושית המשפיעים על עוצמת האור הנכנסת ובכך מגנים על העין מפני פגיעה כגון מצמוץ, תנועת האישון, רגישות הרשתית. בנוסף, המערכת תאפשר התבוננות דרך משקפת.

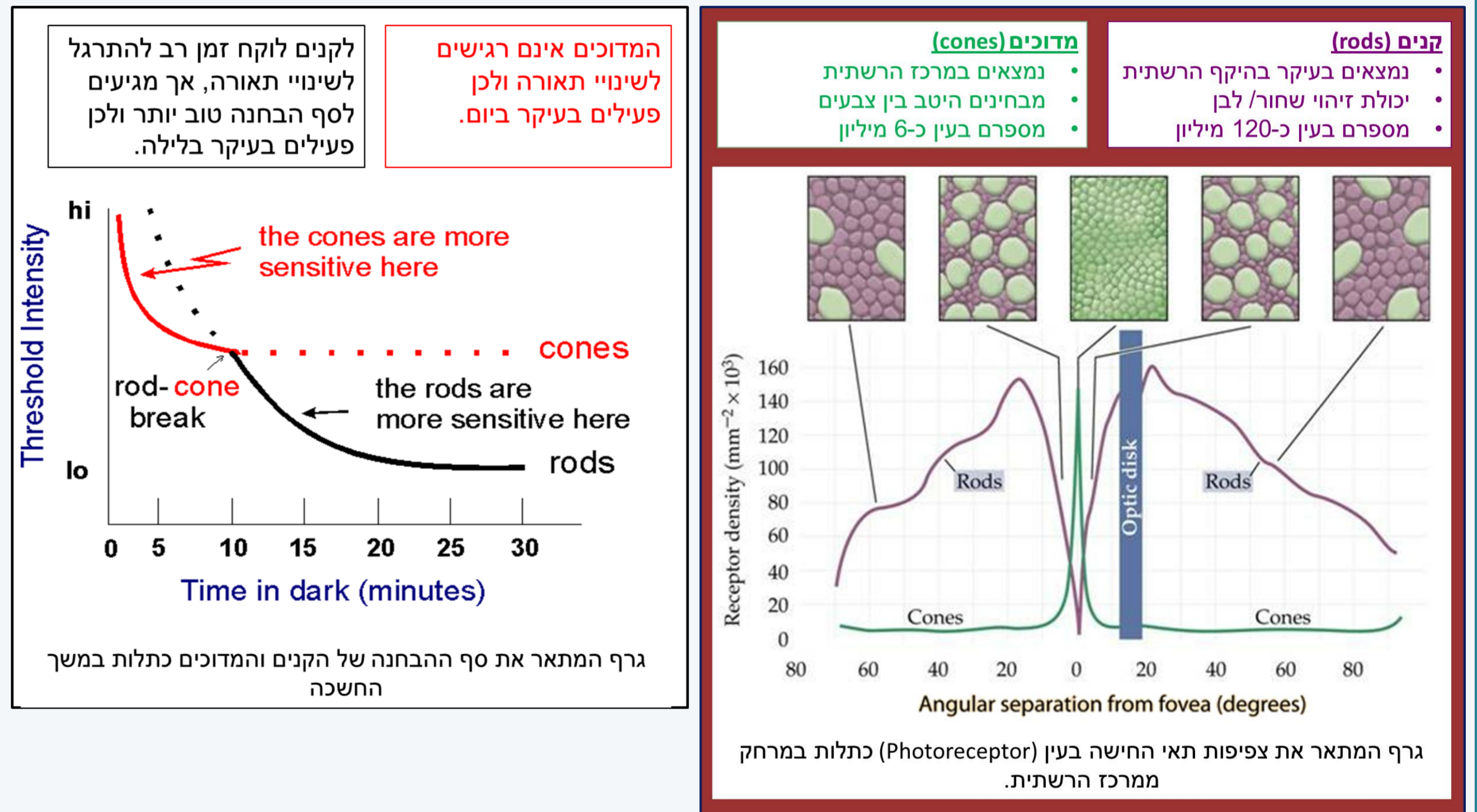
רקע תיאורטי

מבנה העין האנושית:

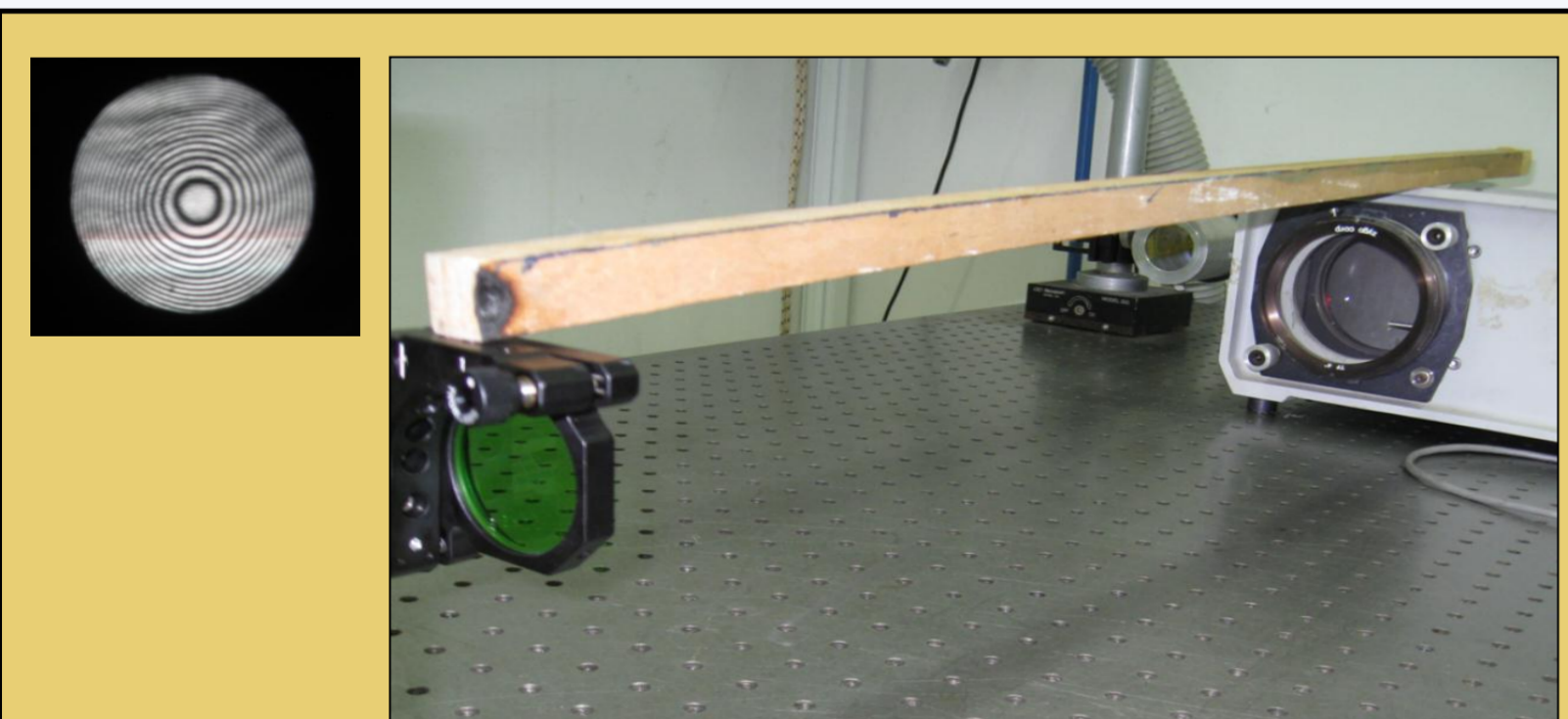


אזור פריפריאלי (כושר הפרדה נמוך, תחום דינמי רחב-100dB)
ממצאת במרכז ה-macula, בעלת כושר הפרדה זוויתית מרבי בעין (0.8[mrad])
שדה ראייה 5°, כושר הפרדה גבוה

בעין ישנם שני סוגי תאים הרגישים לפוטונים המשמשים כחיישנים (Photoreceptors):

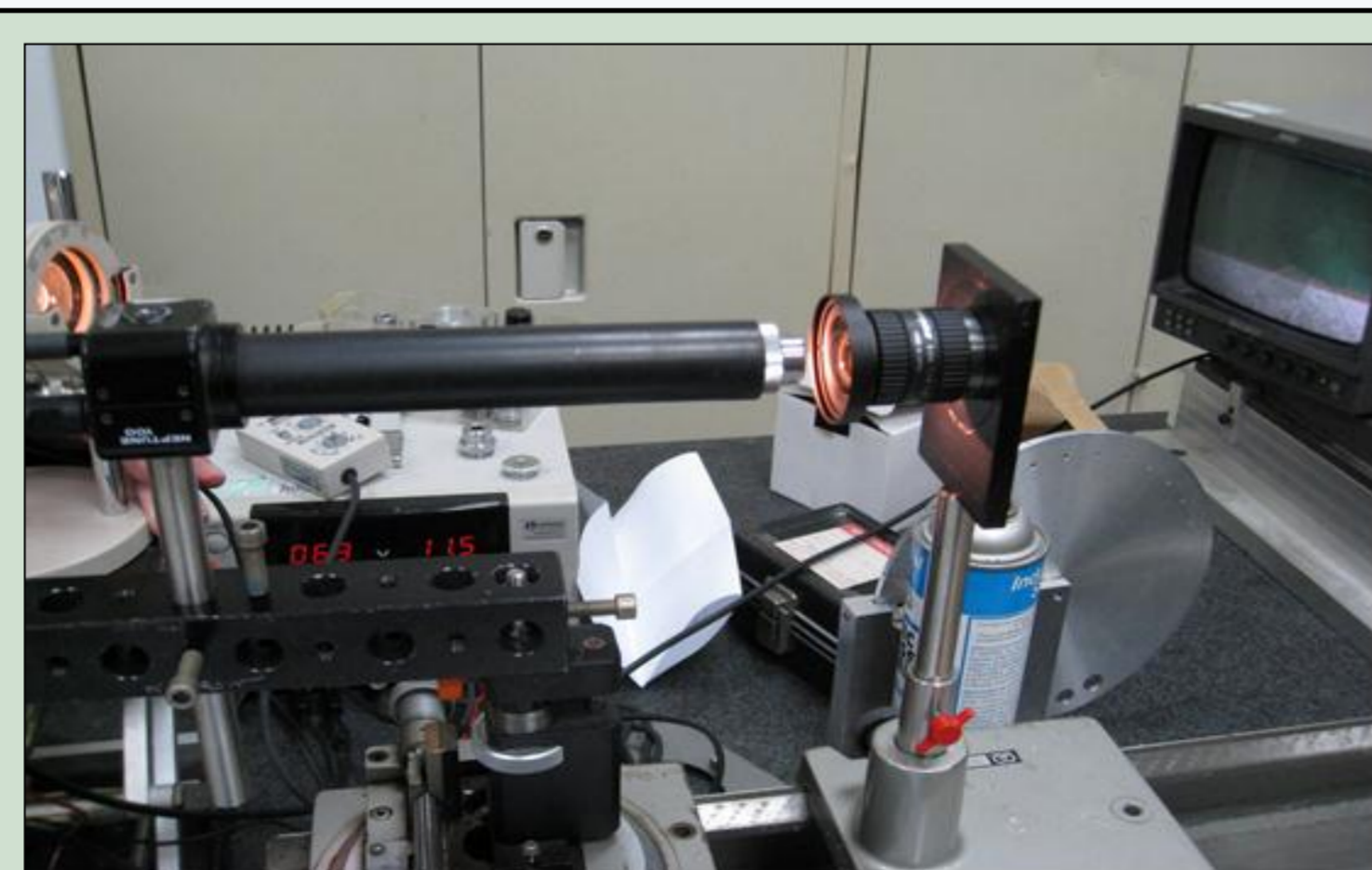


תוצאות הבדיקות והניסויים



תמונות מתוך ניסוי לבדיקת עיוותים ב-Photopic filters

ניסוי זה הוא חלק ראשון מתוך בדיקה כללית של כושר ההפרדה של המערכת בעקבות הוספת הפילטרים הפוטופיים. (הוספת הפילטרים עלולה להוריד את כושר ההפרדה של המערכת).
 יתוצאות הניסוי ניתן לראות כי חזיתות הפילטרים הינן קמורות (לפי המעגלים שבתמונה הקטנה משמאל). דבר זה ישפיע על אופן עריכת הניסוי הבא.
 בניסויי המשך תחובר המערכת כולה ויבדק כושר ההפרדה שלה על ידי קולימטור ומטרות הפרדה.



תמונה מתוך ניסוי לבדיקת מיקום אישון הכניסה בעדשות שונות

בניסוי זה נבדק מיקום אישון הכניסה בעדשות שונות על מנת למצוא עדשה המתאימה לדרשה של התאמת משקפת למערכת (מבחינת דרישת Eye relief).
 יתוצאות הניסוי ומידע שהתקבל מחברות שונות המייצרות עדשות, לא נמצאה עדשה העומדת בדרישות. (פירוט על כך בחלק "אתגרים")

דרישות הלקוח

דימוי העין האנושית בהתמקדות על ההיבטים הבאים:

דימוי מערך חישה:

- מדידת עוצמת הארה.
- רגישות לבהיקות בתחום של העין $B=10^{-3}-10^5$ lux.
- שדה ראייה כללי 60°.
- דימוי רזולוציה משתנה באזורים שונים בעין.
- אורך גל 390-700[nm]
- קצב דגימה 18[fps]

דימוי אישון:

- מהירות תגובה – זמן התכווצות 1sec.
- קוטר נע בטווח 2-8mm.
- עבודה בטווחי F# של העין: 3-8. (F# הוא היחס בין אורך המוקד לקוטר האישון).

דימוי עפעף:

- זמן מצמוץ (סגירה + פתיחה) 0.3-0.4[sec]
- בכדי להתאים משקפת יש לעמוד בדרישת Eye Relief - מרחק מעדשה האחורית של המשקפת אל אישון הכניסה 25mm.
- נדרש לדמות מצב 0/1 בלבד ולא מצבי ביניים ואטימות חלקית.

אתגרים

יישום רזולוציה משתנה ותחום דינמי רחב:

החיישנים הקיימים מוגבלים ביכולותיהם, כאשר אין חיישן המשלב רזולוציה גבוהה ותחום דינמי רחב בקצב הדגימה הנדרש. פתרון המשלב שני חיישנים שונים נפסל בשל מגבלות עיבוד תמונה. החיישן הנבחר הוא חיישן HDR המתאפיין בתחום דינמי רחב אך בעל רזולוציה נמוכה לכן הוחלט להשתמש בשני חיישנים- האחד מדמה שדה צר והשני שדה רחב.

Eye Relief-

בעדשות, מיקום נקודת אישון הכניסה ממקום בדרך-כלל כ-30mm ואף יותר בתוך גוף העדשה, לכן ישנו קושי לעמוד בדרישה זו. הוצעו שני פתרונות- מיקום צמצם חיצוני בקדמת העדשה אשר יתפקד כאישון הכניס או לחלופין תכנון משקפת ייעודית שתאפשר Eye Relief גדול יותר. הוחלט על תכנון משקפת ייעודית.

תודות

ד"ר חגי במברגר
שלמה נזר
שמואל אוסקר
ד"ר יהונתן שגב

שמעון שלם, דני פפושדו, יצחק יוגב, רוני ישראל מחברת רדיאן, אלכסיי קאריטונוב מחברת אופטימקס