

# העתיד נמצא בלא רכביים

גרביים שמודדים את פעימות הלב, משקפיים המאפשרים לעיוורים לראות וקרן לייזר שמסוגלת לאבחן מדוע כואבות לילד האוזניים - כל אלה הם רק חלק מההמצאות של פרופ' זאב זלבסקי מהפקולטה להנדסה בבראילן. גאווה כחול-לבן

זיו עדאקי



המכשירים מעלה את הסיכויים שהיישומים יהיו מוצלחים, מדויקים ושמישים.

## שומעים את האורות

המכשירים שפיתח פרופ' זלבסקי, שעל שמו רשומים יותר מ-58 פטנטים, הם המצאות גדולות ופורצות דרך שמקדמות את המדע ואת האנושות. הן משנות את המציאות שבה אנו חיים ומשפיעות על כולנו בכריאות, בכיטחון ובחיי היומיום. בין השאר הוא פיתח אנדרוסקופ - סיב אופטי שאליו מחוברת מצלמה המשמש לצרכים רפואיים, שקוטרו כקוטר שערה והוא מחליף את האנדרוסקופ הקיים שקוטרו 3-5 מילימטרים. החדרתו של האנדרוסקופ הועיר לגוף האדם, לסריקת איברים פנימיים, לכלי דם עדינים, היא פולשנית פחות וגורמת פחות נזקים, ובכל זאת מאפשרת לקבל תמונה ברזולוציה טובה מאוד ולטפל בחולה.

טכנולוגיית החישה מרחוק שמפתח פרופ' זלבסקי מאפשרת היום למרוד תנודתיות אור בדיוק ננרמטרי והביאה לייצורו של ה"אופטופון", שעליו הוא קיבל את פרס החוקר הצעיר בתחום מדעי הננו והננר טכנולוגיה. "הבסיס של הטכנולוגיה ב'אופטופון' הוא קרן לייזר המאירה על משטח כלשהו, ומצלמה המנתחת את תנודות האור המחודר מאותו משטח בדיוק גבוה מאוד", מסביר פרופ' זלבסקי. "אם המשטח הוא ראש של אדם, אפשר לצותת למה שהוא אומר, גם אם הוא מפנה אלינו את גבו. הראש שלנו הוא כמו תיבת תהודה, והרטיטות נקלטות במערכת ומתרגמות למה שהאדם אומר. אם אני מאיר בלייזר על הטלפון שאותו אדם מחזיק בידו, רטיטות המכשיר הן שנקלטות, ואנו יכולים 'לשמוע' מה נאמר בטלפון. הטכנולוגיה הזאת משמשת אותנו לסייע לילדים שסובלים מדלקות אוזניים, דלקות אלו נגרמות מהצטברות נוזל מאחורי עור התוף, ופעמים רבות ילדים מגיעים לטיפול כאשר עור התוף כבר נקרע ונגרם נזק ממש. במחלקת אף-אוזן-גרון בבית החולים שיבא בתל השומר אנו מספקים בדיקה מוקדמת לגילוי הדלקת. אנו מאירים בלייזר על עור התוף, ועל פי התנודות שמתקבלות אנו יכולים לזהות הצטברות נוזלים



**"באמצעות קרן לייזר, המאירה על משטח כלשהו, ומצלמה המנתחת את תנודות האור המוחזר מאותו משטח בדיוק גבוה מאוד, יש תוצאות אם המשטח הוא ראש של אדם, אפשר לצותת למה שהוא אומר, גם אם הוא מפנה אלינו את גבו"**

עבודתו במעבדה יישומית מטבעה, ונעשית בשיתוף פעולה הדוק עם רופאים, עם התעשייה ועם מדענים מהארץ ומהעולם.

התועלת של המכשירים שמפתח פרופ' זלבסקי בתחום הבירופואי כפולה: האדם נותר בסביבתו הטבעית, ומגיע אל הרופא עם תוצאות של בדיקות ומעקב מתמשך. כך, העומס על המדינה פוחת. "תחומי המחקר המרכזיים שלי מוזנים אלו את אלו. בתחום האופטיקה המרחבית אני עוסק בסופר-רזולוציה, שם אנו מנסים להתגבר על מגבלות פיזיקליות ולשפר רזולוציה במערכות אופטיות, וכן בחישה בירופואית מרחוק. דוגמאות לפיתוחים שבהם אנו עוסקים בתחום זה הם פיזור אור במרחב לצורכי האונה מרחוק (ציתות, ז"ע), חישה של פרמטרים בירופואיים מרחוק וגם חישת תלת-יממד. התחום השני והמשלים של המחקר הוא פיתוח רכיבים אלקטרואופטיים, המטמיעים את היכולות הטכנולוגיות שהגענו אליהן במכשירים, החל בממדים ננרמטריים ועד התקנים גדולים".

הרקע האופטי של פרופ' זלבסקי הוא מולטידיסציפלינרי: העבודה המשותפת שלו עם רופאים בבתי חולים ברחבי הארץ חושפת אותו לצרכים של החולים ושל הרופאים, ההבנה המעשית שהוא מביא עמו כיצד לבנות את

וד לפני שנת 2050, אחד מכל שלושה אנשים על כדור הארץ יהיה אדם שגילו מעל 65. תוחלת החיים עולה ועמה מתרבים ומסתבכים האתגרים הכלכליים, החברתיים והרפואיים שעומדים בפני האנושות. מספר הרופאים ביחס לחולים הולך ויורד, הזמן שרופא מקדיש לחולה מסתכם בדקות אחדות ובבתי החולים אין מיטות פנויות. המגמה העולמית היא לעבור לטיפול ביתי.

"במעבדה שלנו אנחנו מנסים ליצור 'רופא טכנולוגי', שיהיה אצל כל אחד מאיתנו בבית. רופא דיגיטלי שיעקוב אחר הפעילויות הפיזיולוגיות שלנו וינטר אותן כל העת", אומר פרופ' זאב זלבסקי, ממקימי הפקולטה להנדסה ע"ש אלכסנדר קופקין והמכון לננר טכנולוגיה ולחומרים מתקדמים של אוניברסיטת בראילן. "יעילותו היא ברפואה מונעת ובאבחון מוקדם של בעיות, עוד לפני שהתפתחו למחלות, והוא יעשה זאת בעלויות זניחות".

פרופ' זלבסקי שירת כקצין ביחידת המחקר והפיתוח של חיל האוויר ובהמשך היה שותף בהקמה של חברות ההונק אקספליי, אקסיד, סיבקום, קונטיניוס ביומטריקס, זי סקואר, לנס פרי ועוד.



רק נראית רגילה. החולצה המהפכנית

באדיבות המרואייין



באדיבות המרואיין

לא תאמינו מה הם עושים. המשקפיים החדשניים

מאחוריו, עוד לפני שהחומר הדלקתי פורץ את עור התוף. "גם בצמיד ובשעון הביר רפואי שפיתחנו מיושמת אותה טכנולוגיה – ההבדל הוא רק טווח המדידה. גם את הפרמטרים הביר רפואיים אני חש באמצעות הקרנת לייזר, למשל, על פרק כף היד של האדם ובדיקת הרעידות כתוצאה מפעילות לבו. את המידע הזה מתרגמים לפרמטרים בירופואיים, כמו בשעון של אפל. אנחנו מיישמים את הטכנולוגיה הזאת כבר כמה שנים; היא מוסחרה לחברת ההונק קונטיניוס ביומטריקס, חברה מצליחה שהושקעו בה כספים רבים".

של התמונות ואת המידע שאפשר לשאוב מהן.

כדי שיהיה אפשר למצות באופן מיטבי את הטכנולוגיות הללו, שכולן נסמכות על היכולת לאגור ולנתח נתוניינתק (Big Data) וגם להגן על המידע ולבצע חישובים מהירים – יצר פרופ' זלבסקי מחשב אופטי הבנוי כמו המוח האנושי שלנו, יושב בתוך סיב ומסוגל להתמודד ביעילות עם המשימות ולבצע חישובים כלליים רחבי פס וזאת בהספק נמוך ומבלי להתחמם. ה"מוח" הזה מסוגל לעכל את הנתונים הרבים ולהפיק מהן תובנות. מעבד אופטי עומד בתשתית הטכנולוגיה שנמצאת כעת בשלבי מסחר, והוא פועל בהשקעה עם כל האפליקציות שהזכרנו ועוד רבות אחרות.

לפרופ' זלבסקי עוד עשרות התקנים, שיתופי הפעולה שלו עם התעשייה, עם משרד הכלכלה ועם משרד הביטחון נפרשים על פני תחומים מגוונים: מפיתוח מצלמה בעלת שדה ראייה רחב יותר, שאין בה רכיבים נעים, דרך פיתוחי הצפנה אופטית משוכללים שנועדו להצפין מידע המסודר במערכות תקשורת (בשיתוף אוניברסיטת ניוג'ורק), ועד פיתוחים הקשורים ל-Microwave Photonics, תחום העוסק בלוחמה אלקטרונית. השילוב של יכולות החישה הכלליות שמפותחות יכול להועיל מאוד גם לכל התחומים המתפתחים של תכנון ערים, בתים ומכוניות חכמות. יותר מ-40 סטודנטים לומדים את רוי המחקר והפיתוח במעבדתו של פרופ' זלבסקי בפקולטה להנסה בבריאילן ומבטיחים ליצור לנו עתיד בריא ובעיקר מפתיע. ●



פרופ' זלבסקי, 58 פנטים.



**"למשקפיים החדשניים שימוש יומיומי: כאשר אדם נוהג במכונית באפליקציית Waze לניווט - למרות ההוראות הקוליות, אנחנו נוטים להביט במסך. באמצעות רכיב מיוחד ישדר הטלפון חץ ימינה או שמאלה, והאדם יחוש אותו בקרנית ללא צורך להטות את המבט מהכביש; אבל אלו עדיין שלבים ראשוניים; עבודה מחקרית ומשאבים רבים עוד דרושים לפיתוח הטכנולוגיה המהפכנית הזאת שעתידיה, בין היתר, להחליף את השתלת הרשתית המלאכותית, שהיא הליך פולשני, מורכב ויקר.**

**בדיקת סיטי אחת**

בחממת 'סנרה' ברענה עוברים כעת על טכנולוגיה שפיתח פרופ' זלבסקי: בהחלפת רכיב אחד בלבד היא מאפשרת הקטנה מהותית של הקרינה במהלך בדיקת סיטי. מכשיר זה מקרין לתוך המטופל כדי לטרוק את גופו. כאשר מדובר בסריקת המוח, למשל, דרושות למכשיר הרגיל יותר מ-400 הקרנות - מדובר בכמות קרינה עצומה, שמסכנת את בריאות המטופלים. נוסף על כך, אצל אנשים כבדי משקל, השומן בולע את קרינת הרנטגן ותוצאות הסריקה גרועות. השינוי שיצר פרופ' זלבסקי הפך את המכשיר מכוה שעובר על היטלים למכשיר דימות, ולא רק שהמהלך הפחית את כמות הקרינה וההקרנות הדרושות לביצוע בדיקה אלא גם שיפר מהותית את הרזולוציה



**חיישנים גם בחולצה**

היום מקובל שלכל פרמטר שחפצים לברוק נדרש חיישן ייחודי, אולם הרבר אינו מעשי, שכן אי אפשר לשים עשרים חיישנים על היד. מבחינה זו, החיישן שפיתח פרופ' זלבסקי הוא חדשני וייחודי, מפני שהוא חש פרמטרים רבים: נשימות ופעילות לב, לחץ דם, רמת סוכר וקרישיות בדם, ריכוז חמצן וכמות אלכוהול בדם ועוד. נוסף על כך, החיישנים משמשים גם לזיהוי של המשתמש על סמך רעש הלב, שנקלט ברמת דייקנות גבוהה. הריקוף כה גבוה, שהוא מאפשר זיהוי ביומטרי של האדם - שכן לכל אחד מאיתנו רעש לב שונה מעט.

"במעבדה אנחנו לוקחים את הטכנולוגיה הזאת צעד אחד קדימה ועוברים על שילובה בתוך בר, בחולצות, בגרביים וכדומה - וגם כאן יש ייחוד למוצרים שלנו, שאינם צריכים להיות צמודים לגוף ולהפריע. קהל היעד הוא אתלטים, חיילים וקשישים, שכל ציוד נוסף מכביד עליהם. היום יש חיות עם סנסור, שעל פי מתיחת הבר 'חש' נשימות. לגברים יש חולצות צמודות שחשות פעילות לב, וכן גרביים צמודים עם אותן יכולות.

"אנחנו מפתחים בגדים רגילים ונחמים, והחיישנים שלנו חשים פרמטרים בירופואיים רבים שמועילים לא רק לספורטאים אלא גם למשל לקשישים: במקום בבית חולים, הקשיש יושב בביתו והבגדים מנטרים את הנתונים שצריכים מעקב. לבגד יש יתרונות נוספים בעיקר כאשר מדובר באנשים מבוגרים, שלעתים שוכחים לענוד צמיד או שעון, אבל ללבוש חולצה אף אחד מאיתנו לא ישכח". הטכנולוגיה הזאת כבר נמצאת בשלבי מסחר באחת מהחממות הטכנולוגיות בארץ.

**עניינים בגב**

לפיתוח מרתק נוסף של פרופ' זלבסקי יש אפשרויות, שאם לא היו ישימות כבר כעת היינו אומרים שהן בדיוניות. פרופ' זלבסקי פיתח משקפיים שעליהם מצלמה חיצונית זעירה, המעבדת תמונה ומשדרת אותה באופן אלווטי לקרנית של אדם עיוור או של אדם רואה. המשקפיים מפעילים מערך של אלקטרודות מרחביות המייצרות גלי לחץ

**צנור הפכא של פאנאיאיק**  
בפקולטה להנדה בבריאילן פועלת תוכנית לתלמידי תיכון, שבה אפשר לשלב לימודים לתואר ראשון בהנדה לצד הלימודים בתיכון והבגרות. במסגרת התוכנית אפשר ללמוד לתואר ראשון בהנדה חשמל בחמישה מסלולי התמחות, מתוכם הסטודנט יבחר בשני מסלולים: תקשורת, עיבוד אותות, נגראלקטרוניקה, אלקטרואופטיקה וביריהנדה; תואר ראשון בהנדה מחשבים עם התמחות במסלול סייבר או מסלול מערכות מחשב, הנדה חשמל בשילוב פיזיקה ועוד. במסלול המואץ זוכים לקבל את התואר הראשון שנתיים אחרי התיכון: הפקולטה קיבלה אישור מיוחד מהצבא למסלול, שבו בוגרי התוכנית ילמדו מחצית מהדרישות לתואר ראשון בהנדה בזמן הלימוד בכיתות י"א וי"ב, ויקבלו דחיית שירות של שנתיים מהצבא על מנת לסיים את התואר בשנתיים הבאות.