

סד אוניברסלי לכף יד – מפתרון לצחצוח שיניים לפתרון רב-תפקודי

שם הכתב: אורי מסלובסקי

מבצעי הפרויקט: אלעד שידלובסקי ואושרי אמסלם (פרויקט המשך לפרויקט של אורי וולוביץ')
המנחה: ד"ר אורית בראון בנימין, עופר ז'אן

ישנם רגעים בחיים שפשוט לא שוכחים. במקרה של עופר ז'אן היה זה הרגע שבו קפץ למים לפני שנים רבות. רגע אחרי שקפץ נותר עופר משותק מחוליה C5 ומטה, ובמילים פשוטות יותר, מהצוואר ועד לבהונות. במרוצת השנים למד עופר להתמודד עם הנכות שנכפתה עליו, וכיום, למרות מגבלותיו הפיזיות, הוא מתנייד בכיסא גלגלים חשמלי ואפילו נוהג כוחות עצמו. אלא שפעולות יומיומיות אחרות, כמו למשל צחצוח שיניים או אפילו כתיבה בעט או עיפרון, הוא אינו מסוגל לבצע. כשהגיע עופר לספר את סיפורו בקורס ביומכניקה שיקומית, בהנחיית ד"ר אורית בראון בנימין, שבו הוא גם מעביר סדנא מיוחדת (ראו הרחבה במסגרת נפרדת בסוף המאמר), החליטו הסטודנטים אלעד שידלובסקי ואושרי אמסלם, לשנות את המציאות הזו ולקחת את המגבלה של עופר כ"פרויקט" שיש למצוא לו פתרון ראוי.

שידלובסקי ואמסלם הבינו שהסיבה לכך שהוא נכשל במשימות שדורשות אחיזה של כפות ידיו בחפץ כלשהו נעוצה בכך שהוא לא מסוגל להדק את אצבעותיו, ולמעשה כף ידו המשותקת נותרת שמוטה ורפויה דרך קבע. לאחר שבחנו כמה אפשרויות, כולל את הפתרון שעשה אשתקד הסטודנט אורי וולוביץ' שהקדים אותם בניסיון לסייע לעופר (ראו בסרטון), החליטו השניים ליצור עבורו סד קשיח משופר, שיקבע ויקשיח את מפרק שורש כף ידו. הם נצבו מול מספר אתגרים: ראשית, על הסד להיות מותאם מבחינה אנטומית למבנה ידו של עופר; שנית, עליו להיות נעים למגע (עופר לא איבד את חוש התחושה בכפות ידיו); שלישית, רצוי שיהיה אלגנטי.

"הגענו למסקנה שהפתרון טמון בבחירת החומר, ולאחר בדיקה מקיפה בחרנו בפולימר PCL", הם מסבירים. "אחד מיתרונותיו הבולטים של הפתרון שפיתחנו הוא ביכולתו לשמור על רמת אלסטיות נמוכה בטמפרטורת החדר, אך בטמפרטורה שמעל 70 מעלות צלסיוס הוא הופך לאלסטי לחלוטין ומאפשר כיפוף והתאמת צורה לכל יד אחרת. בכך הפתרון הספציפי הופך להיות פתרון פוטנציאלי לעוד אלפי אנשים שסובלים ממגבלת תנועה דומה לזו של עופר".

כחומר ביד היוצר

החומר שנבחר הוא פולימר שמגיע בצורת יריעה מלבנית והדרך להפיכתו לסד מעוצב אנטומית היא פתלתלה ומורכבת: חיתוך הפולימר לרצועות ברוחב 10 ס"מ כל אחת; הנחת הרצועות באמבט מים בחום של 75 מעלות; הוצאת הרצועות המחוממות וגלגולן לאלתר לצורה של "נחש", כך שלבסוף תתקבל צורה גלילית אחידה (תהליך זה נקרא ערגול); החזרת הגליל המתקבל לכמה דקות נוספות באמבט החם כדי להשיב לו את תכונתו האלסטית; הוצאתו, מתיחתו ושיטוחו בצורה אחידה (המתיחה האחידה מחזקת את הצורה); הנחת הרצועות בתבנית שמדמה את מבנה ידו של עופר; קבלת סד בצורה שמתאימה ספציפית לעופר.



רצועת חומר הגלם

"הסד מבוסס על כך שזרוע התמיכה שלו יוצאת מהשקע המדיאלי של מפרק שורש כף היד ובכך אינה מגבילה את עופר בשום תנועה שהוא מסוגל לבצע עצמאית", מסבירים אלעד ואושרי. "זרוע התמיכה עוברת מתחת ליד, בין עצם ה-Ulna לעצם ה-Radius, ומספקת ליד תמיכה היקפית בצורת "U". תגובתו של עופר לסד הייתה חיובית מאוד. הבעיה היחידה שהטרידה אותו הייתה תחושת המגע של הפולימר עם עורו. בעיה זו נפתרה באמצעות סרט אחיזה, המיועד לידיית של מחבט טניס שספח את הזיעה ויצר תחושה נעימה יותר למגע".

כעת עברו אלעד ואושרי להתמודד עם האתגר העיקרי שהציבו לעצמם: פיתוח מנגנון אוניברסלי עבור כתיבה ועבור צחצוח שיניים. לדבריהם, בתחילה מצאו את עצמם עומדים מול שוקת שבורה, אך לבסוף הגיח פתרון מכיוון לא צפוי, מעולם הצילום. "זה היה רגע מוכון", משחזר אלעד, "החזקתי את המצלמה האישית שלי והסתכלתי על כל ציוד הצילום ההיקפי שהיה מונח לצידי. הבחנתי לפתע שכל האלמנטים מתחברים למצלמה בעזרת אותו חיבור אוניברסלי, וזאת למרות ייעודם השונה בתכלית. הבנתי שבדיוק את העקרון הזה אפשר וצריך ליישם בפיתוח המנגנון. כפי שאל המצלמה מתחבר הציוד השונה, כך לסד שנפתח עבור עופר יהיו מחברים מתחלפים, כל מחבר יהיה מיועד לפעולה מסוימת או למספר פעולות בעלות אופי והתנהגות דומים".

כדי לממש את היעד הזה הותקן בקצה הסד חיבור אוניברסלי בצורת בורג רבע אינץ', שנמצא בשימוש נרחב בתעשייה, ומאפשר תחלופה זולה לחלקים בייצור סטנדרטי. פתאום התברר שהפתרון שתוכנן במקור לאפשר כתיבה וצחצוח שיניים נותן מענה לעולם שלם של פעולות נוספות. כל שנותר הוא לפתח את המחבר המתאים, וזה יתחבר בקלות לסד באמצעות אותו בורג רבע אינץ'.



החיבור האוניברסלי בורג רבע אינץ'



המחבר עבור מברשת השיניים

ניתן לומר שהצלחת הפרויקט היא פרי של יצירתיות והשקעה גם יחד, בנוסף ליישום ידע מקצועי רב שאותו רכשו אלעד ואושרי בתקופת לימודיהם. ואמנם התוצאה לא מותירה גם אותם אדישים: "הרגע שבו הבנו שבזכות הפרויקט שלנו עופר יוכל לעשות את הפעולות שהוא ייחל כל כך לעשות באופן עצמאי הוא רגע מרגש ביותר ואין מילים לתאר את מידת הסיפוק שלנו", הם מסכמים.

וממש לפני סיום, מילת תודה: כל חלקי הסד יוצרו באמצעות מדפסת תלת ממדית שהושאלה למחלקה להנדסת מכונות ע"י מרכז מונה.

כך יוצרים הזדהות עם בעלי המוגבלויות

מידי סמסטר עופר מגיע למכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה כדי להעביר סדנא בנושא "הנגשה", שניתנת בקורס "ביומכניקה שיקומית", במחלקה להנדסת מכונות. במסגרת הסדנה נחשפים הסטודנטים לעולמם של הנכים: כל סטודנט מקבל משימה שתכליתה לבצע משימות שגרתיות, אך בתנאים של אדם שסובל ממוגבלות פיזית כלשהי. כך למשל, אחד הסטודנטים התבקש להרכיב משקפי שמש כהים במיוחד, כאלה שרק מעט מאוד אור חודר דרכם, זאת כדי ש"יראה" כאדם שראייתו מוגבלת והוא למעשה כמעט עיוור. הסטודנט התבקש לצאת מהכיתה עם שטר של 20 שקלים, לגשש את דרכו אל דוכן הקפה הקרוב, לרכוש משקה, ולוודא שהוא קיבל את העודף שמגיע לו. סטודנט אחר, שנדרש לאטום את אוזניו באטמים, נדרש לצאת ולקבל הסבר מהעוברים ושבים כיצד להגיע לבניין אחר בקמפוס.