

שם הפרויקט		מס' פרויקט
תכנון אוטומטי של חיווט רובוטי		2022-01-015
מנחה שותף	מנחה אקדמי	
פרופ' דני הרמלין	פרופ' סיגל ברמן	
חברי הצוות		
		בר שוורצמן
		barshv@post.bgu.ac.il

תקציר-

מטרות- מחקר זה עוסק בתכנון אוטומטי של חיווט רובוטי עבור הרכבה של מוצרים חשמליים. לפרויקט שתי מטרות משנה. האחת הינה למצוא באופן אוטומטי מסלולי חיווט אופטימליים עבור רובוט חיווט בהתאם לתכן המוצר, כפי שמפורט במסמכי התכן. המטרה השנייה הינה שילוב פעולות של בדיקת עמידת המוצר בדרישות התכן לצורך בחינת היתכנות ביצוע ההרכבה.

הקדמה- חיווט רובוטי של מוצרים עם רכיבי אלקטרוניקה הינה משימה הדורשת דיוק ברמה גבוהה וכרוכה בקשיים הנגרמים בעקבות גמישות החיווט. אוטומציה של תהליך התכנון יכולה לתרום לשיפור איכות ויעילות הביצוע מכיוון שלאופן סידור החוטים בין הרכיבים השונים ישנה השפעה על זמן הייצור, נראות המוצר הסופי וכמו כן על סיכויי הצלחת ההרכבה. שילוב פעולות בדיקה במהלך רצף הרכבת המוצר חיוני על מנת לתת פידבק בזמן אמת למתרחש בתהליך שכן סטייה במיקום הרכיבים משפיע על יכולת ביצוע מסלולי החיווט שתוכננו. הפרויקט הינו חלק מפיתוח פתרון רובוטי לתעשייה עבור הרכבת חלקים גמישים לינאריים המבוצע על ידי מאגד של הרשות לחדשנות ובו שותפים חברות וגופי מחקר ישראליים.

שיטה- לצורך תכנון אוטומטי של החיווט הרובוטי נדרשים נתונים אודות מיקומי הרכיבים במוצר מקבצי CAD (תכן בעזרת מחשב) והתוכנית החשמלית. נתונים אלו עוברים עיבוד מקדים בפרויקט מקביל ומועברים בפרוטוקול מוסכם בעזרת קבצי אקסל. הרכיבים החשמליים מורכבים על גבי פאנל עם חורים ברזולוציה משתנה בהתאם להרכבה, דבר המאפשר המרה של בעיית מסלולי החיווט לבעיה מתורת הגרפים שבה החורים מהווים את קודקודי הגרף. מציאת מסלולי החיווט נעשית בעזרת תכנות לינארי בחבילת Cplex בפיתון. פונקציית המטרה לוקחת בחשבון את אורך המסלול, כמות הפניות וחפיפה בין מסלולים שונים. עבור פעולות הבדיקה במהלך רצף ההרכבה, מוגדר סף אפיצות בהתאם לרכיב עליו מתבצעת הבדיקה. אופן הפעולה נקבע בהתאם לסטייה במיקום הרכיב ביחס לסף. לבדיקת נכונות התכנות הלינארי נבדק הפתרון במגוון תרחישים בהם ניתנו משקלים שונים לרכיבים בפונקציית המטרה. התא הרובוטי לביצוע החיווט מודל באמצעות סימולציה (Process simulate).

תוצאות- בבדיקת פתרון הבעיה במגוון מצבים נמצא כי המסלול המתקבל בעזרת התכנות הלינארי הינו אופטימלי. בהאקתון שבוצע בשיתוף פעולה עם חברי המאגד, שילוב פעולות הבדיקה ברצף ההרכבה אושר ע"י חברי המאגד ופעולת הבדיקה נבחנה בהצלחה כחלק מרצף הרכבה של ארון תאורה.

מסקנות- מציאת מסלולים אופטימליים לחיווט בעזרת תכנות לינארי ושילוב בדיקת התכן בעת ביצוע החיווט נמצאו כמתאימים עבור צרכי המאגד. בהמשך, עבור מוצרים חשמליים הכוללים מספר רב של חיווטים יבחנו אפשרות אופטימיזציה נוספות של מסלולי החיווט. בנוסף במחקר המשך יבחנו דרכים לאופטימיזציה של סדר החיווט.

מילות מפתח: חיווט רובוטי, מוצרים חשמליים, תכנות לינארי, סימולציה