|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **פיתוח אלגוריתם בקרה מבוסס מכונה לומדת לדיכוי רעידות במערכת דרגת חופש אחת** |  |  |
| **BS-22-19** |
| ***מנחים: ד"ר זיו ברנד, ד"ר איתן פישר*** | דניאל לילינטל |  |
| [danieli1@ac.sce.ac.il](mailto:danieli1@ac.sce.ac.il) |  |

**תקציר**

מבנים מכאניים גמישים קיימים ביישומים רבים למשל מערכות תעופה וחלל, גשרים, מכונות עיבוד שבבי, רובוטים, רכבים ועוד. במקרים רבים המבנים נתונים לעומסים דינאמיים הנוצרים מרעידות והלמים מכאניים. העומסים הדינאמיים עלולים להאיץ מנגנוני כשל, למשל נזק בהתעייפות ושחיקה לצד פגיעה בפונקציונליות ואמינות המערכת. גישה מקובלת להתמודדות עם עומסים דינאמיים המופעלים על מערכות שונות היא הוספת רכיבים בולעי אנרגיה. כיום ישנן שיטות וגישות לשיכוך רעידות למשל, גישות פאסיביות - ללא הוספת אנרגיה למערכת אלא התאמה פיזית של המערכת על מנת לשנות את התדר העצמי שלה. וגישות אקטיביות - הוספת אנרגיה מבוקרת למערכת על מנת לשכך את הרעידות. בפרויקט זה נעשה שימוש בגישה אקטיבית לשיכוך רעידות באמצעות גישת בקרה אופטימאלית המבוססת למידת מכונה. השילוב של למידת מכונה במערכות בקרה הוא בעל פוטנציאל עצום במגוון גדול של יישומים. מטרת הפרויקט היא למידה ופיתוח אלגוריתם בקרה אופטימאלי מבוסס למידת מכונה(אלגוריתם גנטי) לדיכוי רעידות במערכת מכאנית דרגת חופש אחת.

הפעילות במסגרת הפרויקט כללה פיתוח מודל מתמטי למדגים טכנולוגי המדמה מערכת בעלת דרגת חופש אחת, סימולציה של בקרי LQR, PD על מערכת זו לצורך השוואת ביצועי בקרים אלו לבקר מבוסס לימוד מכונה, כמו כן פותח משערך דינאמי עבור מרחב המצב המלא. היישום של הבקרה על המערכת הפיזית בוצע באמצעות בקר MyRio אשר מקבל מדידת מרחק מחיישן קרבה ומוציא אות בקרה למגברי זרם אשר מפעילים אלקטרו מגנטים בצידי הקורה על מנת לייצב אותה. שלבי הפרויקט כללו כיול מודל דינאמי, ביצוע ניסויים עם אלגוריתם MLC תוך בחינת פרמטרים כגון מספר אינדיבידואלים, פעולות גנטיות, הסתברויות וכו', במטרה ולבחון את השפעתם על ביצועי המערכת ועל קצב הלמידה.

התוצאות שהתקבלו בניסויים מראות שאכן ניתן לקבל בקר מבוסס לימוד מכונה שעולה בביצועיו על בקר אופטימלי לאחר מספר דורות חישוב בתנאים מסוימים (הגדרות ופרמטרים) על פי מדד הביצועים שנקבע, מהסיבה שהמערכת אינה לינארית וכמו כן ישנה אי וודאות פרמטרית. במידה והמערכת הייתה לינארית, הבקר האופטימלי היה הבקר הטוב ביותר עבור המערכת. בהמשך הפעילות יעסוק המחקר בבחינת אלגוריתמי התכנסות יעילים יותר ובפיתוח משערך דינאמי מבוסס MLC.

**מילות מפתח**: ריסון רעידות, מכונה לומדת , בקרה אופטימלית, מודל דינאמי.