



## סמינריון

הנדך מוזמן/ת להרצאה סמינריונית של הפקולטה להנדסת מכונות, שתתקיים ביום ה' 3.09.15 (יט' באלול, תשע"ה), בבניין דן-קאהן, קומה 0, באודיטוריום 1 בשעה 14:30.

**תרצה:** אמיליה גוטמן

**מנחה:** פרופ' מ יזהר אור

**על הנושא:**

## **דינמיקה ובקרת תנועה של שחיינים זעירים** **Dynamics and Motion Control of Miniature Swimmers**

**להלן תקציר ההרצאה:**

התנהגות האורגניזמים בטבע מעניינת את האדם מאז ומתמיד. הבנת אופן התנועה של יצורים זעירים עשויה לשמש את בני האדם למטרות שונות. לדוגמה, תחום הרפואה דורש בשנים האחרונות פתרונות אבחון וטיפול בחולים שאינם מצריכים התערבות פולשנית, על מנת להקטין את הסיכון להסתבכות ואי נוחות החולה. פתרון אפשרי הוא פיתוח שחיינים רובוטיים זעירים שמטרתם לנוע בגוף האדם לצורך טיפולים שונים. לצורך כך, יש לנסח ולהבין את העקרונות הבסיסיים השולטים בדינמיקה של שחיינים זעירים. לפיכך, מטרת המחקר היא חקירת הדינמיקה ובקרת התנועה של שחיין זעיר באופן אנליטי, נומרי וניסיוני.

בעבודה זו נחקרו מספר מודלים פשוטים של שחיינים המורכבים מחוליות קשיחות המחוברות על ידי מפרקים סיבוביים. אחד המודלים המפורסמים ביותר הינו של שחיין המורכב משלוש חוליות כפי שתואר לראשונה בעבודה של Purcell בשנת 1977. עבור מודל שחיין זה המחקר התמקד בשני כיוונים. בכיוון הראשון, נחקרה דינמיקת השחיין תחת בקרה ישירה על זוויות שני המפרקים. בעקבות שינוי צורה מחזוריים מתקבלת צורת תנועה המדמה גל מתקדם ודומה לתנועת השוטון (Flagellum) של תא זרע. התמקדנו בניצול סימטריות של מבנה השחיין להשגת תנועה בכיוונים רצויים, ובוצעו ניסויים על מודל מוגדל של שחיין רובוטי בסביבת נוזל צמיג לאימות התוצאות התאורטיות. בכיוון השני נחקר מודל תיאורטי בו מבוקרת זווית מפרק אחד בלבד בעוד המפרק השני הינו פסיבי ומופעל על ידי קפיץ פיתול, באופן המדמה שחיין בעל זנב גמיש.

על מנת להקטין את ממדי השחיין עבור שימושים ביו-רפואיים, קיימת אפשרות שליטה בשחיינים מבחוץ על ידי הפעלת שדה מגנטי חיצוני במקום הפעלת מנועים פנימיים במפרקים. עבור שיטת הנעה זו חקרנו מודל שחיין פשוט המורכב משתי חוליות בלבד המחוברות על ידי מפרק סיבובי גמיש, כאשר אחת החוליות או שתיהן עשויות מחומר מגנטי. שדה מגנטי חיצוני שכיוונו תונד מחזורית מופעל על השחיין ומייצר מומנט שגורם לתנודות בזוויות המפרקים המובילות לתנועת התקדמות. עבור מודל זה מבוצע ניתוח אנליטי על ידי קירוב משוואות התנועה בשיטת הפרטורבציות ומציאת פרמטרים (כגון תדר עירור, גמישות המפרק, ויחס בין המגנטיזציה של החוליות) המביאים לתנועה אופטימלית (מקסימום מהירות או מרחק התקדמות במחזור). תוצאות ניתוח המודל הודגמו במסגרת שיתוף פעולה מחקרי בייצור והפעלה של מיקרו-שחיינים מגנטיים שנבנו בקבוצת המחקר של Nelson באוניברסיטת ETH.

בברכה,

© 1997 א. א. א. א.

מרכז הסמינרים