



פרק ב' – שיטות הנעת הרובוט

אחת הדילמות בהן נתקלנו בשלבים הראשונים של בניית הרובוט הייתה בנוגע לשיטת ההנעה. אופציות רבות עמדו בפנינו, שכן רבים הם סוגי ההנעה האפשריים ברובוט. להלן פירוט קצר על שיטות ההנעה השונות עליהן חשבנו.

הנעה דיפרנציאלית סימטרית

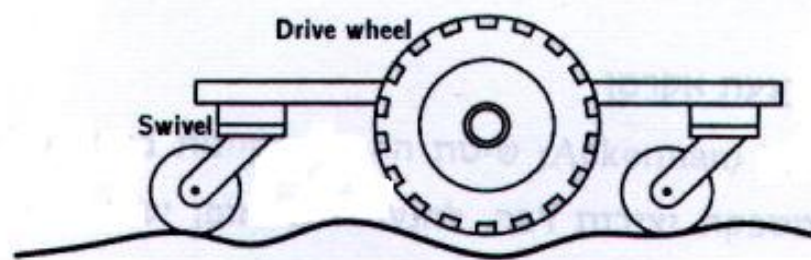
הנעה דיפרנציאלית היא הפשוטה ביותר למימוש, הן לצוות התוכנה והן לצוות החומרה. משמעות ההנעה הדיפרנציאלית הסימטרית היא הנעה של שני גלגלים המורכבים על ציר משותף (בניגוד להנעה הדיפרנציאלית האסימטרית, בה שני הגלגלים אינם על אותו הציר), וכל גלגל מונע בנפרד על ידי מנוע.

ההנעה הדיפרנציאלית הסימטרית מאפשרת לרובוט לנוע בחופשיות ישר, לעשות פניות בקשת ופניות במקום. רדיוס הסיבוב של פניות הרובוט תלוי בסוג ההנעה הדיפרנציאלית הסימטרית – הנעה אחורית, מרכזית או קדמית (פירוט יבוא בהמשך).

כשמחליטים על בניית רובוט ובו הנעה דיפרנציאלית סינכרונית יש לקחת בחשבון בעיות של איזון שיוצרו, אלא אם נרכיב לרובוט גלגל שלישי, או יותר מגלגל אחד נוסף לשניים המניעים. בלי גלגלי העזר הנ"ל הרובוט עלול להתהפך בפניות, בהאצה או בתאוצה.

את הגלגלים הנוספים ניתן להציב בבסיס הרובוט בצורות שונות – משולש, מעוין או אף צורה בעלת יותר צלעות, ותכנון ההצבה שלהם תלוי בשאלות של מרכז כובד הרובוט, מיקום המנועים וכדומה.

יש לציין שברובוט בעל הנעה דיפרנציאלית סימטרית ובעל שני גלגלים נוספים ויותר, עלול להיווצר מצב בו מכשולים בדרכו של הרובוט מביאים אותו למצב בו הוא תלוי אך ורק על הגלגלים הנוספים, בלי שאף אחד מהגלגלים המניעים נוגע ברצפה, ונתקע במצב זה. ניתן להימנע ממצב זה, אם הגלגלים הנוספים שאנו מציבים בבסיס הרובוט אינם קשיחים, או בעלי מנגנון כלשהו המאפשר להם להתכווץ לכיוון הרצוי כך שהרובוט לא יישאר תלוי באוויר עליהם.



בעיה נוספת העלולה להיווצר ברובוט בעל הנעה דיפרנציאלית סינכרונית היא שאנו חייבים לוודא שהרובוט נוסע ישר. כל הבדל קטן במהירות בין המנועים, או הבדל בקוטר הגלגלים, או אף הבדל בין המשטחים עליהם נוסע כל גלגל, עלול לגרום לרובוט לא לנסוע בקו ישר, ולגרום להתנגשותו בקיר. לכן, דרושים תיקוני כיוון בלתי פוסקים במהלך נסיעת הרובוט, לשם ווידוי שאינו מתקרב יתר על המידה לקירות המבוכ.

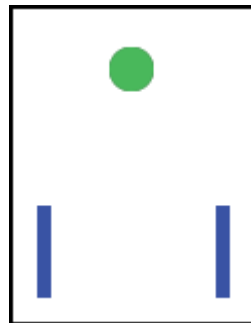
בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא יישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישור או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה



כאמור, ישנן 3 תת-שיטות להנעה דיפרנציאלית:

הנעה אחורית

הכוונה בהנעה אחורית היא להציב את ציר הגלגלים המניעים בחלק האחורי של בסיס הרובוט. לשיטה זה חסרונות ספורים – היא מקשה על הרובוט בעלייה על שיפועים, היא מקשה על תכנון הפניות, משום שהיא יוצרת רדיוס סיבוב גדול יחסית בפניות של הרובוט, ויש סיכון שקדמת הרובוט תיתקע באחד הקירות במהלך הפניות, ומשום שהפניות נעשות על ידי שינוי במהירות הגלגלים המניעים של הרובוט, והם נמצאים באחורי הרובוט, כל שינוי קטן יגרור שינוי גדול יחסית בכיוון התנועה שלו, ותיקון השגיאות במהלך נסיעה בקו ישר (אותו תיקון שהכרחי, כאמור, לכל רובוט בעל מנגנון הנעה דיפרנציאלי), עלול להיות גס מדי וקשה לתכנון. יתרונות השיטה הם שהסיבובים אותם עושה הרובוט יהיו חלקים בחלקו האחורי, ולכן הסיכוי שייפגע קטן יותר, וכן יש שיאמרו שתיקון השגיאות במהלך נסיעה יהיה קל יותר מכיוון שהשינוי הקל ביותר במהירויות המנועים מספיק כדי לשנות את כיוון הרובוט באופן משמעותי. באיור ניתן לראות את הגלגלים המניעים (כחול) ואת הגלגל הפסיבי (ירוק).



הנעה אחורית

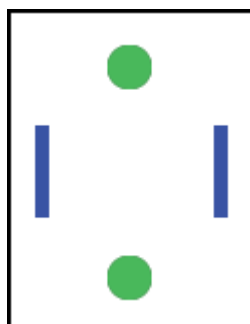
בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישרין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



הנעה מרכזית

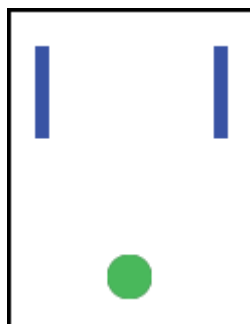
בהנעה מרכזית, הגלגלים המניעים של הרובוט ימוקמו במרכז בסיסו. חסרונה המרכזי של שיטת הנעה זו נעוץ בעובדה שרק בה עלול להיווצר המצב בו הרובוט "תקוע" באוויר, על גלגליו הנוספים, ואף אחד מגלגליו המניעים אינו נוגע ברצפה. לשיטה זו גם יתרון גדול – מיקום הגלגלים המניעים במרכז בסיסו של הרובוט נותן לרובוט את היכולת לבצע סיבובים במקום, עם רדיוס סיבוב קטן מאוד. כך ניתן לעצב את תנועתו של הרובוט במהלך פניות כך שיבצע פניות יעילות ויציבות יותר. יתרון זה מקל על ביצוע בונוס הארביטרי ועל בונוס ההריטים.



הנעה מרכזית

הנעה קדמית

חסרונה המרכזי של שיטת הנעה זו הוא רדיוס הסיבוב הרחב שלה. אם רובוט בעל שיטת הנעה דיפרנציאלית קדמית גדול מידי, חלקו האחורי עלול להיתקע בקיר במהלך פניה. עם מיקום הגלגלים בחלקו הקדמי של הרובוט, באה גם הבעיה שדרוש שינוי גדול יותר במהירות המנועים כדי לתקן את כיוונו, בניגוד לבעיה ההפוכה בהנעה אחורית. יתרונותיה של שיטה זו הם עלייה קלה יותר על מכשולים, שכן הגלגלים המניעים ממוקמים בקדמת הרובוט והם הראשונים העולים על המכשול ועוברים אותו, ותכנון קל יותר של כניסה לפניות ויציאה מהן.



הנעה קדמית

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שיגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



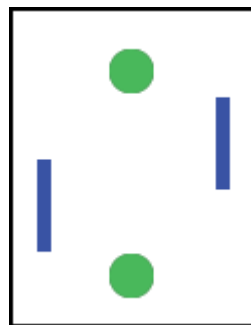
הנעה דיפרנציאלית אסימטרית

ההנעה הדיפרנציאלית האסימטרית עובדת בדומה לאחותה, ההנעה הדיפרנציאלית הסימטרית, אך בהבדל משמעותי אחד – שני הגלגלים המניעים של הרובוט הבנוי בשיטה זו לא ממוקמים על ציר אחד. פרט להבדל זה אין הבדל בין סוגי ההנעות.

בניגוד למקובל לחשוב, שיטה זו לא יוצרת שום בעיה בתכנון הפניות של הרובוט, והדרך בה הוא פונה זהה לזו של ההנעה הסינכרונית. המקום היחידי בו נתקלנו בהבדל היה בעת ביצוע פניות במקום שדרשו כוח רב יותר מהמנועים.

כשמציבים את המנועים בצורה סימטרית, זה לצד זה, המנועים המורכבים אחד מול השני תופסים מקום רב וגורמים לרובוט להיות רחב יתר על המידה. רובוט בעל הנעה אסימטרית יכול להיות צר עד פי 2 מרובוט אחר, מה שמקל עליו לפנות ולנווט במבוך מבלי חשש לפגיעה בקירות. גם בשיטת הנעה זו, אנו נדרשים להרכיב גלגלים נוספים לשם ייצוב הרובוט, וגם בה עלול להיווצר מצב בו הרובוט תלוי באוויר.

בבניית הרובוט קרפלעך בחרנו בשיטת הנעה יוצאת דופן זו, בשל יתרונותיה בגודל הרובוט וחסרונותיה המועטים.



הנעה דיפרנציאלית אסימטרית

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

**© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר**



הנעת תלת אופן / הנעת מכוננית

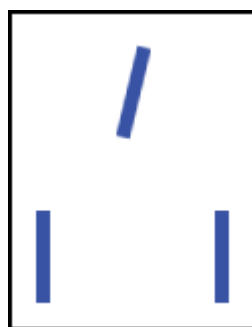
הרעיון העומד מאחורי הנעת התלת אופן, ומאחורי ההנעה דמוית הנעת המכוננית (הקרואה הנעת אקרמן), הוא שני גלגלים מניעים במחבורים למנועים בנפרד, או למנוע אחד, וגלגל אחד להיגוי (במקרה של הנעת תלת אופן) או שני גלגלי היגוי (במקרה של הנעת מכוננית).

שתי שיטות ההנעה מספקות יציבות גדולה לרובוט (הנעת אקרמן מספקת יציבות מוחלטת, שכן בהנעה זו הרובוט מורכב על 4 גלגלים היוצרים מלבן).

הנעת התלת אופן פשוטה יותר מהנעת אקרמן לבנייה, משום שבהנעת אקרמן יש לחבר בין שני גלגלי ההיגוי באופן בו הם יזוזו באותה הזווית בדיוק תמיד.

יתרון של שיטות הנעה שלה הוא שאין צורך לשנות את מהירויות המנועים כדי לבצע פניות או תיקונים, והגלגלים המכוונים עושים את כל העבודה. בנוסף, הצורך בתיקונים במהלך נסיעה בקו ישר קטן יותר, וכל הדרוש על מנת לנסוע בקו ישר הוא לוודא שגלגלי הכיוון פונים קדימה.

חסרונה העיקרי של שיטה זו הוא רדיוס סיבוב גדול מאוד, המקשה על ביצוע פניות במבוכ מכלי להיתקל בקירות.



הנעת תלת אופן



הנעת אקרמן

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר



הנעה סינכרונית

בהנעה סינכרונית הרובוט בנוי על 3 או 4 גלגלים, אשר משמשים אותו הן להנעה והן להיגוי. שלושת, או ארבעת הגלגלים מסתובבים תמיד באותה הזווית וכך גוף הרובוט נשאר תמיד פונה לכיוון מסוים.

אם בוחרים להשתמש בשיטה זו יש למצב את החיישנים על הרובוט בצורה חכמה, משום שגופו של הרובוט לא מסוגל לפנות והוא תמיד פונה לכיוון אחד ויחיד. לכן יש למקם חיישני מרחק בכל צלע של הרובוט, ונוצר הצורך להרכיב את חיישן Pyron על סרבו.



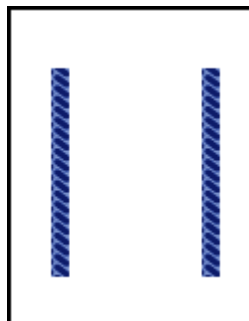
הנעה סינכרונית

הנעת זחל

בהנעת זחל, לרובוט יהיו שני מנועים, המסובבים בעזרת גלגלי שיניים הממוקמים באחורי הרובוט שני זחלים, או רצועות כלשהן שיהיו במגע עם הרצפה. יהיו גם גלגלים פאסיביים בקדמת הרובוט שתפקידם להחזיק את הרצועות מתוחות.

יתרונה של הנעת זחל הוא היכולת לעלות על כל מכשול ולעבור אותו, ורדיוס סיבוב קטן יחסית, משום שהפניות יתבצעו בעזרת שינוי המהירות של המנועים בצדדים הרצויים.

חסרונה העיקרי ש שיטת הנעה זו הוא שהיא מסובכת לבניה מבחינה טכנית, ובנוסף יש לתחזק אותה באופן קבוע, מכיוון שחשוב לשמור על הרצועה מתוחה ונקייה.



הנעת זחל

בעלי אתר הרובוטיקה הישראלי לא ישאו באחריות כלשהי לכל נזק, כספי או אחר שייגרם במישורין או בעקיפין משימוש במידע המצוי באתר זה

© כל הזכויות שמורות לאסף פוניס ולגיא יונה
אין להעתיק תכנים מאתר זה ללא רשות בכתב ממנהלי האתר