



פרק יא' - תיקונים

תיקונים בתנועה

התיקונים בתנועה מתחלקים לשני חלקים: תיקונים לאמצע ותיקוני זווית. התיקונים למרכז דואגים לכך שהרובוט ייסע במרכז המסדרון, לנסיעה במרכז המסדרון יש חשיבות בכך שאם הרובוט מתקרב לקירות יש סיכון שיפגע בהם. הבעייתיות בביצוע תיקונים למרכז היא שכאשר הרובוט נמצא בזווית המרחק שנמדד בחיישנים יותר גבוה, ולכן אם הרובוט קרוב לקיר אבל בזווית הקריאה בחישן תראה שהרובוט באמצע המסדרון, לכן אנו חייבים להתייחס לזווית המופיעה לפי ההפרש בין המרחקים שנמדדים בחישן האחורי והקדמי. אנו לא יכולים פשוט להשוות קריאות מרחק משני צידי הרובוט מכיוון שבמקרים רבים בדירה אין לנו קיר משני הצדדים.

מטרת תיקוני זווית היא לדואג שהרובוט ייסע במקביל לקירות – בעצם לדאוג שכאשר הרובוט נוסע באמצע המסדרון- הוא לא יסטה ויתקרב לאחד הקירות. תיקוני זווית גם חשובים לפניית מכיוון שאם הרובוט מגיע לפנייה בזווית הוא עלול לבצע אותה בצורה לא נכונה ולפגוע בקיר.

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



שיטות תיקונים

תיקונים פשוטים:

תיקונים פשוטים הם בעצם הרמה הפשוטה ביותר של תיקונים, הרעיון שעומד מאחוריהם הוא פשוט ביותר, טעות מתוקנת בצורה קבועה בלי קשר לגודל הטעות. המשמעות היא שלא משנה מה גודל הטעות התיקון תמיד יהיה זהה. תיקונים אלה הם הפשוטים ביותר מכיוון שאין שום צורך לקיים יחס בין הטעות לתיקון, פשוט ברגע שמזהים טעות קופצים לתיקון הקבוע.

אפשר לבצע תיקונים פשוטים רק לזווית, בשיטה זו הרובוט לא ייסע במרכז המסדרון אבל הוא ייסע ישר ולכן יש סיכוי טוב שלא יעל על קירות. בנוסף יש לזכור שכשאר הרובוט מבצע פניות במקום הוא יסיים אותם באמצע המסדרון, דבר שיפצה על כך שאין תיקונים למרכז. כמובן שבשיטת תיקונים זו אין אופציה לבצע פניות רחבות או אפילו לנסוע במהירות גבוהה.

לצורך ביצוע של תיקונים למרכז, תהפוך התוכנה למסובכת בהרבה מכיוון שיידרש חישוב המרחק האמיתי בין הרובוט לקיר לפי הזווית. אבל ישנה אופציה פשוטה לשלב תיקונים למרכז עם תיקוני זווית, מאחר וכשהרובוט נוסע ישר מראים החיישנים על המרחק האמיתי לקיר, נבצע תיקונים למרכז רק כאשר הרובוט נוסע במקביל לקירות. מה שיקרה בפועל זה שהרובוט יתקן את עצמו להיות מקביל לקיר ואז יפנה כדי להגיע למרכז, בעקבות הפניה הרובוט שוב יהיה בזווית והיא תתוקן ע"י תיקוני הזווית.

אם נתן רק ערך אחד לתיקונים הרובוט בעצם יבצע את הפעולה המתוארת פעמים רבות עד שיגיע למרכז.

אנו תכנתנו תיקוני זווית פשוטים על הרובוט "במפר" שעליו התאמנו בתחילה ועל הרובוט "שכטר" אותו בנינו לפני קרפלד.

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



תיקונים בתנועה לפי תיקונים יחסיים: (פירוט על שיטת תיקונים יחסיים בנספח ח' – תיקונים יחסיים)

אפשר לבצע תיקונים יחסיים גם על מרחק הרובוט מאמצע המסדרון (תיקונים למרכז) וגם על הזווית בין הרובוט לקיר. כאשר מבצעים תיקונים יחסיים על מרחק הרובוט מאמצע המסדרון כדי מאוד להוסיף גם את תיקון השיפוע (D), מכיוון שהוא ימנע תיקון יתר, וגם יגרום לביצוע של תיקוני זווית (מאחר וקצב שינוי המרחק מהאמצע יחסי לזווית של הרובוט כלפי האמצע). לתיקוני זווית אין שום צורך בתיקון השיפוע מכיוון שכאשר טעות הזווית תהיה אפס (הרובוט יהיה ישר) אז מהירות הגלגלים תהיה שווה והרובוט ימשיך ישר – אין אפשרות שיוצר תיקון יתר.

תיקונים לפי נוסחאות:

תיקונים לפי נוסחאות יתבצעו לפי שלוש נוסחאות ראשיות (פיתוחם בנספח ב' משוואות תנועה וחיישנים):

$$\delta = \frac{D}{R}$$

$$\Delta Y = \sin \delta \cdot R$$

$$\Delta X = R(1 - \cos \delta)$$

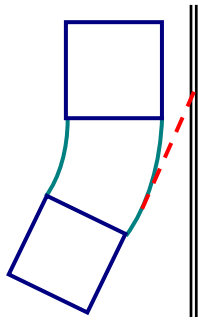
$$R = \frac{W \cdot V_1}{V_1 - V_2}$$

ניתן לראות שבאמצעות משוואות אלה נוכל לבצע תיקונים מדויקים במעגל סגור. תיקון במעגל סגור הוא תיקון בו נמדדת הטעות רק פעם אחת ומתבצע תיקון מתאים ללא בדיקה שוטפת. לעומת תיקון במעגל פתוח בו הטעות נבדקת כל הזמן והתיקון משתנה בהתאם (תיקוני יחס, תיקונים פשוטים).

כמו שראינו התיקונים בנסיעה נועדו לפצות על שני סוגי טעויות, זווית ומרחק מאמצע המסדרון. השימוש בנוסחאות יכול להתבצע בשיטות רבות. הדרך הפשוטה ביותר היא לבצע תיקוני זווית ולאחר מכן תיקונים למרכז, אך שילוב של שתי הנוסחאות במקביל יביא לתיקונים מהירים יותר. אפשר גם להחליט לבצע תיקונים עם מהירות קבועות כאשר הזמן לסיום התיקון משתנה או להפך, הזמן קבוע ובהתאם אליו לשנות את המהירויות.

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



תיקון זווית באמצעות נוסחאות :

- D_1, V_1 – מייצגים את הגלגל החיצוני.
- D_2, V_2 – מייצגים את הגלגל הפנימי.

בתיקון הזווית נציב את נוסחאות הרדיוס בנוסחת הזווית ותתקבל התוצאה הבאה :

$$\delta = \frac{D_2 \cdot V_1 - V_2}{W \cdot V_2}$$

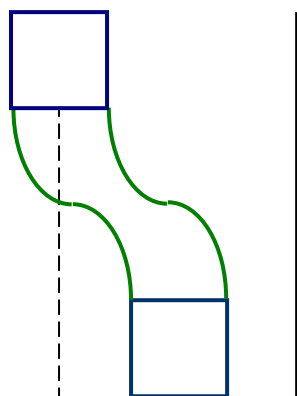
נציב במקום המהירות בגלגל החיצוני את המהירות הרגילה בה נוסע הרובוט מכיוון שאנו רוצים שהתיקונים לא יורידו ממהירות הרובוט.

$$\delta = \frac{D_2 \cdot V_{REG} - V_2}{W \cdot V_2}$$

בנוסחא זו אפשר להציב או את V_2 קבוע או D_2 קבוע, תלוי אם נרצה שהתיקון יתבצע לאורך מרחק קבוע, או במהירות קבועה.

תיקונים למרכז :

תיקונים למרכז לפי נוסחאות יתבצעו בעזרת הנוסחא ל- ΔX . נשתמש פעמים בנוסחא פעם אחת ליצרית זווית לכיוון האמצע ופעם שניה בכיוון ההפוך כדי להגיע לאמצע ללא זווית סטיה.



$$\Delta X = R(1 - \cos \delta)$$

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



$$\Delta X = R(1 - \cos(\frac{D}{R}))$$

$$\Delta X = \frac{W \cdot V_1}{V_1 - V_2} (1 - \cos(\frac{D_1}{\frac{W \cdot V_1}{V_1 - V_2}}))$$

כמו בתיקון הזווית נציב במקום המהירות הגבוהה את מהירות הנסיעה, ונבחר האם מהירות התיקון תהיה קבועה או המרחק שבו יעשה התיקון.

$$\Delta X = \frac{W \cdot V_{REG}}{V_{REG} - V_2} (1 - \cos(\frac{D_1}{\frac{W \cdot V_{REG}}{V_{REG} - V_2}}))$$

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



התיקונים שביצענו במסדרונות:

התיקונים שביצענו לבסוף היו שילוב של תיקוני זווית ותיקונים למרכז. הרעיון היה שמאחר ואם הרובוט בזווית אז קריאות המרחק שיתנו החיישנים לא יהיו אמיתיות והתיקונים למרכז עלולים לפעול הפוך, נבצע תיקונים למרכז רק כאשר הזווית בין הרובוט לקירות קטנה.

בהתחלה התוכנה הייתה דוגמת את שני חיישני הצד, מכניסה את הקריאות ואת ההפרש בניהם (ערך מוחלט) לזיכרון. אם ההפרש היה גבוה מארבע, התוכנה הייתה עוברת לתיקוני זווית, אם ההפרש היה קטן יותר התוכנה הייתה עוברת לתיקונים למרכז.

תיקוני הזווית התבצעו בעזרת שיטת התיקון היחסי (PID), הסתפקנו בביצוע P (תיקון יחס לטעות בלבד) – זאת מאחר ותיקוני הזווית עבדו ללא דופי ולא נדרש להם תיקון נוסף. את המקדם לא חישבנו אלה בנינו טבלה (ראה נספח ו' – מימוש משוואות באסמבלר), של ערכי ההפרש לעומת הערך שצריך להכניס לתיקון. הכיוון אליו צריך לתקן הוכנס לדגל מיוחד בזמן ביצוע פעולת הערך המוחלט על ההפרש, תיקון הזווית בדק ערך זה אוטומטית ולפיו תקן את מהירותו של גלגל ימין או שמאל.

התיקונים למרכז, היו תיקונים פשוטים יותר, לא עשינו להם תיקון יחס מלא אלה רק שתי רמות: אם הרובוט קרוב מאוד לקיר אז הוא יבצע תיקון חזק, אם הרובוט קרוב יותר לאמצע אז הוא ייתן תיקון עדין יותר. אם התוכנה עברה לתיקונים למרכז, אך אין צורך גם בתיקונים למרכז (הרובוט ישר ונוסע באמצע המסדר), נבדק שוב ההפרש בין החיישנים ואם הוא גדול מאחד חוזרת התוכנה לביצוע תיקון זווית. הסיבה לתיקון הזווית הקטנה, היא כדי לשמור על הרובוט בקו נסיעה ישר לחלוטין כאשר הוא נמצא במרכז המסדרון.

התיקונים שביצענו בחדר (עקיבה לאורך קיר):

העקיבה לאורך קיר שביצענו בחדר, מומשה באמצעות שיטת התיקונים הפשוטים. ישנו רק ערך אחד לתיקונים, שמופעלים כאשר הרובוט בזווית לקיר הוא כאשר הוא רחוק או קרוב מדי לקיר. התחכום בעקיבה היה שהרובוט היה צריך לבחור לבד אחר איזה קיר לעקוב, בחירה זו נעשתה ע"י בדיקת איזה קיר קרוב יותר, ושינוי דגל בהתאם, שאמר לרובוט אחרי איזה קיר לעקוב.

תיקונים במקום:

תיקונים במקום מתבצעים כאשר הרובוט עומד במקום, מטרת תיקונים אלה היא לכוון את הרובוט כך שיקביל לקיר מסוים. התיקונים אותם אנו ביצענו היו פשוטים ביותר – אם יש זווית הרובוט מבצע סיבוב במקום עד שההפרש בין החיישנים שווה לאפס, אז הוא בולם את הסיבוב וחוזר לתוכנה הראשית.

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