

רובוטיקה "קטנה" עם חיסכון גדול - זה לא בשמים!

מאת **זודי כהן***

מידע שהוא מקבל מחיישנים, וכך לבצע משימות רבות, מורכבות ומדויקות במחזוריות אינסופית. בכך הוא פוטר עובדי ייצור מביצוע מטלות מאומצות או חדגוניות, החוזרות על עצמן, בנוסח המהפכה התעשייתית שהביאה לכך, שהפועל בקו הייצור המתועש עמד ליד סרט נע וביצע פעם אחר מטלה מסוימת, קצרה וקבועה.

בין היתר הופעלו הרובוטים התעשייתיים החל מהשליש האחרון של המאה הקודמת בעבודות מדויקות מאוד, כמו ריתוך חלקי מתכת בתעשיית הרכב, הלחמות, הברגות, צביעה, העמסה ובעוד מלאכות פשוטות, שחלקן גם קשות ומחייבות כוח פיזי רב והסתגלות לתנאי עבודה קשים, כגון טמפרטורה גבוהה או אוויר רווי גזים רעילים.



יתרונותיו של הרובוט ברורים: הוא אינו מוטרד מחום או מקור, מרעב או מצמא, אינו מתעייף, אינו ממורמר, אינו שובת ואינו יוצא לחופשת חג, לחופשת מחלה או למילואים...

הרובוטים נראו כזרועות מתכת בגדלים שונים, כמעט לא זזו ממקומם, ואפשר היה ללמד אותם לבצע מלאכות שונות רק בתחום "התמחותם". כלומר, אפשר היה ללמד רובוט, שנועד לריתוך, לרתך מגוון חלקים, אבל היה קשה מאוד, ובדרך-כלל בלתי אפשרי, ללמד אותו להעמיס אריזות קרטון על משאית.

המגרעת העיקרית של הרובוטים התעשייתיים הייתה, שהם היו מסוכנים מכדי שיוכלו לפעול בסמיכות לעובדים אנושיים. כאשר נוצר מגע בין רובוט לבין עובד, התוצאה יכלה להיות פגיעה קשה ואף מוות. ואומנם, תאונות קטלניות רבות נרשמו במפעלים, בהם שולבו רובוטים בקווי הייצור, וכדי להבטיח, שחוק הרובוטיקה הראשון אכן יישמר, הקימו סביב הרובוטים אמצעי ביטוח שונים, שהפרידו בינם לבין העובד האנושי. מסיבה זו פעלו הרובוטים רק בתוך "כלובים" ומאחורי גדרות ביטחון או "עיניים" אקטרוניות, מרבדי ביטחון וכו'.

הרובוטים - לא בהכרח מה שחשבתם

כשאנו חושבים על רובוטים מצטיירת בדמיונו מייד תמונה של ענק מפלצתי ממתכת, הנע בתנועות מסורבלות, אשר מאיימות לדרוס את כל הנקרה על דרכו. לעיתים הוא גם "מדבר" בקול מתכתי עמום. דימוי זה שואב את השראתו מהמפלצת של פרנקנשטיין, שכיכבה בספר שהופיע באנגליה בשנת 1818 ונחשב לספר המדע הבידיוני הראשון בהיסטוריה, והסרט שהופק על פיו לאחר מכן נחשב לאחד מסרטי האימה הראשונים של הוליווד.

פרנקנשטיין היה רופא, שלמד להפיה חיים בחומר דומם וייצר איברים, שאותם הוא צירף יחד לגוף חי. הייצור שברא היה מפלצת בעלת מראה מכוער ומפחיד ואיברים גדולים וגסים. בסופו של דבר, "הגולם קם על יוצרו"

והציג לו סדרת דרישות, וכשפרנקנשטיין סירב להיענות להן, הייצור יצא למסע נקמה, שכלל אלימות ורצח, ופגע באנשים תמימים וחסרי ישע, ובעיקר בני משפחתו וחבריו של פרנקנשטיין, עד שהגיע סופו. כדי למנוע אפשרות שהרובוט יהפוך למכונה שתקום על יוצרה פרסם באמצע המאה הקודמת סופר המדע הבידיוני אייזיק אסימוב, שניבא את הופעת הרובוטים, את שלושת חוקי הרובוטיקה:

1. אסור לרובוט לפגוע לרעה בבן אדם, או להניח במחדל, שאדם ייפגע.
 2. הרובוט חייב לציית לפקודותיו של אדם, כל עוד אינן סותרות את החוק הראשון.
 3. הרובוט ידאג לשמור על קיומו ושלמותו, כל עוד הגנה זו אינה עומדת בסתירה לשני החוקים הקודמים.
- כעבור שנים הורחב החוק הראשון לאיסור פגיעה באנושות בכלל.

מהרובוט "הרע" אל הרובוט "המסייע"

הרובוט הנפוץ ביותר היום הוא הרובוט המשמש בתעשייה, ולמעשה הוא מכשיר, אשר מונחה על ידי תוכנת מחשב ויכול לנוע ולהגיב לפי

* הכותב הוא ממנהלי חברת "סו-פאד", ספקית של ציוד היקפי ומכונות לתעשיית הפלסטיקה, המייצגת בין היתר את יצרנית מכונות ההזרקה הגרמנית ARBURG, אשר מפתחת ומייצרת גם מתקני אוטומציה ורובוטים, ואת יצרניות הרובוטים UNIVERSAL ROBOTS ומדמרק, WEMO משוודיה ו-APEX מטאיוון. המעוניינים בפרטים נוספים בנושא מוזמנים לפנות את המחבר בטל' 052-3334740.

המידה, ה"קובוט" מתריע על כך ובמקרה הצורך גם מפסיק לעבוד. בניגוד לרובוטים התעשייתיים המסורבלים, הנייחים והכבדים, המיועדים לבצע אותה פעולה שוב ושוב, ה"קובוטים" הם זריזים, קלי משקל וקלי תנועה, ומסוגלים לבצע קשת של מטלות ולעבור בקלות ממשימה למשימה וממכונה למכונה לפי הצורך.

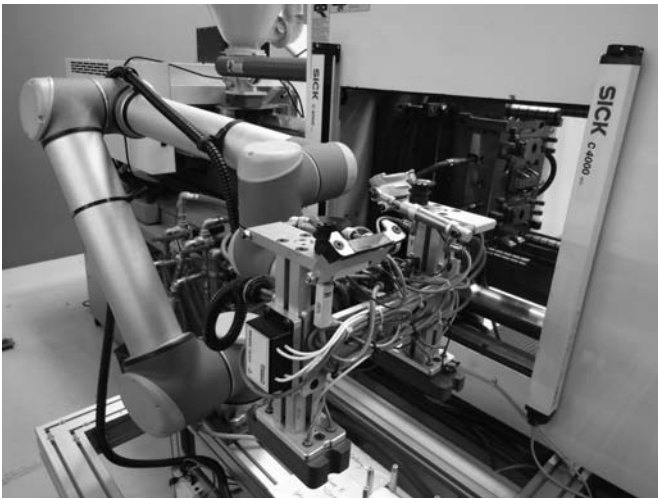
ה"קובוטים" מצוידים בממשק שליטה פשוט לתפעול וידידותי למשתמש, בעזרתו ניתן "ללמד" את זרועות ה"קובוט" לבצע את המשימה הנדרשת. אין צורך במיומנות כדי לתכנת אותם. רוב ה"קובוטים" הם כה פשוטים, שכל מי שמשתמש בטלפון חכם או בטאבלט יכול לתכנת אותם.

ולבסוף, בזכות פשטותם, ה"קובוטים" זולים יותר וקל יותר לתפעל ולתחזק אותם. נקודה זו חשובה במיוחד, כי ה"קובוטים" עולים בדרך כלל

מהרובוט "המסייע" אל הרובוט ה"שיתופי"

אולם ההפרדה הזו בין הרובוטים לבין העובדים האנושיים גרמה לכך, שלא ניתן היה לממש את מלוא פוטנציאל היעילות הטמון בשילוב היתרונות שלהם. הרובוטים אומנם מסוגלים להעביר דברים כבדים ממקום למקום במהירות רבה ולבצע עבודות חדגוניות ללא לאות, אבל לבני האדם יש ניסיון וידע שקשה לתכנת.

עובד עשוי להרגיש, למשל, שמשוהו לא כשורה או לא כרגיל בתהליך הייצור, שהכלי שבידו רועד בצורה מוגזמת או שהמוצר מחוספס מדי. את התכונה הזו אי אפשר להפוך לאלגוריתם לצורך תכנות של רובוט. עובדה זו צמצמה את מגוון המשימות שהרובוטים יכלו לבצע. במפעלי רכב, למשל, רוב שלבי ההרכבה הסופיים נעשו על ידי העובדים האנושיים.



רובוט בשילוב מכונת הזרקה להכנסת אינסרטים לתבנית



רובוט מבצע משטוח של תבניות ביצים. הרובוט מותקן על עמוד כדי לחסוך בשטח רצפה

בין 25,500 ל-40,000 יורו, בעוד שהרובוטים המסורתיים עולים 900,000 יורו ויותר, ועובדה זו מנגישה את האוטומציה גם למפעלים קטנים.

מערכות אוטומציה ורובוטיקה בהשקעה קטנה

אנו ב"סו-פאד" עוסקים בשנים האחרונות בפרויקטים של ייעול העבודה וקיצור זמן המחזור תוך הקטנת הצורך בעובדים המשרתים את המכונה, זאת על ידי הטמעה של רובוטים, אשר מתחברים אל מכונת ההזרקה ומבצעים פעולות משלימות. מדובר בפרויקטים, שעלויותיהם צנועות, אך היתרונות הכספיים שבצידם גדולים ומידיים.

את פתרונות הייעול שלנו אנחנו מבססים על "קובוטים" ידידותיים ורגישים לעבודה ליד אנשים ולא על תוספת ציוד ומכשור "קשים" למערכות האוטומציה. אנחנו מאמינים, שאוטומציה "קשה" אינה מאפשרת ללקוח גמישות מספקת בהחלפה או שיפור של תהליכים או מוצרים; בעוד שאוטומציה "קשה" היא בדרך כלל ייעודית לסוג מוצר אחד ופחות ניתנת להתאמה לתנאי ייצור משתנים, ה"קובוטים" מאפשרים לבצע שינויים אלה במהירות וללא עלות כספית.

השאיפה להרחיב את מגוון המשימות שהרובוטים יכולים לבצע ולשלב את החוזק, הסיבולת והדיוק שלהם עם החושים, המיומנות, הגמישות המחשבתית של בני האדם ויכולתם לפתור בעיות ולהתאים את עצמם למצבים משתנים, הובילה לפיתוח רובוטים, היכולים לעבוד באופן בטוח לצד בני אדם.

כך נולדה המגמה העדכנית בעולם הרובוטי - "רובוטים שיתופיים" (COLLABORATIVE ROBOTS או בקיצור COBOTS), שניתן לשלבם בסביבת עבודה אנושית, כך שהם יוכלו לעבוד תוך תיאום מלא עם בני האדם, לחלוק איתם אותו חלל ולשתף עמם פעולה. כי זאת יש לזכור: ה"קובוטים" מיועדים לסייע לעובדי הייצור, לא להחליף אותם.

בראש ובראשונה, ה"קובוטים" מתוכננים כך, שהם בטוחים בסביבת האדם, אם על ידי הגבלת כוחם, כך שלא יפצעו את העובד כאשר הם נוגעים בו, אם על ידי חיישנים ותוכנה, אשר מונעים מהם לגעת בו ומסייעים להם להתאים את תנועותיהם אל הסביבה בה הם פועלים, או על ידי שילוב של השניים. ה"קובוטים" מזהים את בני האדם המצויים בסביבתם ו"מגיבים" להם. כשאדם מתקרב ל"קובוט" יתר על

להתאימם בצורה מדויקת ליישום כדי לייעל את תהליך הייצור. גם מחירים אטרקטיבי, לכן הם מציעים פתרון אוטומציה כלכלי, והזמן הממוצע להחזר העלות שלהם עומד על 195 ימים בממוצע (כחצי שנה).

הרובוטים השיתופיים - מה הם מציעים?

UNIVERSAL ROBOTS מציעה שלושה דגמים של רובוטים:

- דגם UR3 השולחני למשא במשקל כולל של 3 ק"ג (כולל ה"גרפר" והמוצר), עם רדיוס תנועה של 500 מ"מ;
- דגם UR5 למשא במשקל כולל של 5 ק"ג, עם רדיוס תנועה של 850 מ"מ;
- דגם UR10 למשא במשקל כולל של 10 ק"ג, עם רדיוס תנועה של 1,300 מ"מ;

כל הדגמים מתאפיינים בפעולה שקטה, בדיוק המגיע כדי עשירית המילימטר ובמהירות גבוהה של צירי התנועה - כל ציר יכול להשלים תנועה של 180 מעלות תוך שנייה.

הרובוטים מסופקים באזור מלא של חומרה ותוכנה, המאפשר את הפעלתם המיידית והתאמתם לסביבת העבודה (PLUG & PLAY). כל שנותר להשלים הוא את התפסנים הייעודיים, המותאמים לחלק המטופל. גם התוכנה ידידותית וקלה ללמידה.

הרובוטים הם מאושרי CE ומאפשרים לפעול גם בשטח פתוח, ללא "כלובים" או מחסומי הגנה סביבם, בזכות יכולתם לזהות ברגישות ובאמינות עלייה במומנט המנועים ולבצע עצירה בטוחה ברגע שהם נתקלים בגוף זר, בין מכני או אנושי.

בזכות המידות הקומפקטיות והמבנה הפשוט והקל שלהם, ניתן לכנוס את כל ציריהם למבנה קטן ונוח לאחסון כאשר הם אינם נדרשים לעבודה. כמו כן, קל לשלב אותם ברבים ממערכי הייצור הקיימים, כחלק מהמכונה או לציידה, ולחברם לכל התקן או מכונה, ללא צורך בבסיס מגושם או תכנון הנדסי מורכב. בדרך זו ניתן להקנות ליצרן יתרון תחרותי על ידי ניצול הרובוטים ליצירת רצף פעולות, גם כשמדובר בייצור במנות קטנות.

ממשק המשתמש הרובוטי אינטואיטיבי ונגיש לכל אחד. ניתן לתכנת את הרובוט בקלות באמצעות מסך-מגע המצוי לצידו או פשוט לתפוס את זרועותיו "ולהדגים" לו את התנועה הרצויה שאותה הוא ילמד ויחקה. הודות לכך, כל מפעיל שקיבל הדרכה בסיסית יכול לתכנת את פעולות הרובוט ולהביא אותו לביצוע מלא של המשימה הנדרשת תוך מספר דקות בכל סביבה, למרות שמדובר ברובוט בעל 6 צירים.

יישומים לדוגמה

בין היתר ניתן ללמד את הרובוט לבצע לצד מכונת ההזרקה משימות PICK*AND*PLACE מורכבות, כגון הוצאת חלקים ממכונת ההזרקה, הפרדת העוקצים (SPRUES) ופעולות שינוע והערמה, הלחמה, הרכבה, ליטוש, צביעה, הדבקה, בדיקת חומרים, בקרת איכות, משקלית, אופטית או בעזרת כל מדיה אובייקטיבית שתאשר איכות, אריזה ומשטוח, הכנסת גרעינים (אינסרטים) לתבנית ההזרקה

ה"קובוטים" שאנו משלבים בפרויקטים שלנו אולי נעים מעט לאט יותר מאשר רובוטים רגילים בעלי 6 צירים, ואולי הם נושאים מעט פחות משקל, אך הם הרבה פחות גדולים, יקרים ומגושמים מהרובוטים התעשייתיים, והם יכולים לסייע לעובדים להגדיל את התפוקה במאות אחוזים. כמו כן, הם מאפשרים ליצרנים לעמוד באתגר של ייצור כלכלי בסדרות קטנות הודות לכך שקל להניע אותם ולתכנת אותם למילוי משימות חדשות.

כשעובדים עם רובוטים תעשייתיים, עלות הרכישה של הרובוט היא רק כ-25% עד 30% מהעלות של הפעלת המערכת. שאר העלויות



רובוט לטעינה ופריקה של מוטות מתכת בקו אוטומציה

קשורות לתכנון הרובוט ואתחולו (SETUP) וליצירת תאי עבודה ייעודיים ומוגנים. לעומת זאת, את ה"קובוט" ניתן להכין לעבודה תוך פחות משעה - זה הזמן הנדרש להוציא אותו מאריזתו, להתקין אותו ולתכנת אותו לבצע משימה ראשונה.

הרובוטים השיתופיים של UNIVERSAL ROBOTS

את פעילות הייעול שלנו אנו מבססים במקרים רבים על הרובוטים השיתופיים של חברת UNIVERSAL ROBOTS, הנחשבת בין החלוצות בתחום ה"קובוטיקה" בעולם, אותה אנו מייצגים. כמו כן אנו רותמים לפעילות זו את הניסיון הרב שצברנו כמגישי שירות של תכנון תופסנים ("גרופרים") לרובוטים, המותאמים במדויק ליישום של הלקוח, וייצורם נעשה בשיטת ההדפסה התלת-ממדית, אשר מתאימה לייצור מוצרים בודדים בעלויות נמוכות. יתרה מזו, במסגרת השירות אנו מתכננים ומפתחים גם אמצעי עזר לייעול ושיפור של תהליך הייצור, שגם הם מיוצרים בטכנולוגיית ההדפסה התלת-ממדית.

חברת UNIVERSAL ROBOTS מתמקדת בייצור רובוטים בעלי 6 צירים, שבהם כל אחד מששת המפרקים נע ב-360 מעלות ומקנה לזרוע הרובוטית תנועתיות וגמישות יוצאות דופן וכן יכולת לטפל בפריטים עדינים. ניתן אפילו לגרום לשני רובוטים לפעול בסנכרון מדויק וכך לחקות את פעולתו של אדם העובד בשתי ידיים.

רובוטים אלה הם קומפקטיים, רזיים וגמישים. התקנתם נעשית תוך פחות משעה, ובזכות משקלם הקל ניתן להניע אותם ללא מאמץ על פני אולם הייצור. הם נותנים מענה למגוון רחב של יישומים וניתן

ממחסניות מוכנות או ממגשי תפזורת וזיהוי מיקום חלקים בעזרת מערכת אופטית VISION- .

בפרויקטים שביצענו עד כה ועסקו בהזרקות אינסרט עם חומרים רגישים תרמית כמו PA לסוגיו, POM, PEEK וכו', הצלחנו להוריד את זמני המחזור בכ-30% בהשוואה לעבודה ידנית חצי-אוטומטית, הפכנו את העבודה לעגולה ורציפה 24/7, ללא תלות בעייפות ובשעמום של העובדים, והוספנו לתהליך בקרת איכות של האינסרט לפני הכנסתו לתבנית ושל המוצר לאחר ההזרקה.

למעשה ניתן ליישם את הרובוט בכל תעשייה שיש בה עבודה שגרתית, החוזרת על עצמה, כמו הכנסת גלמים למחרטות CNC, הכנת עוֹבָדִים (גלם לעבודות עיבוד שבבי) לכרסומות ומרכזי עיבוד CNC והכנסתם למכונה. מצד שני ניתן ליישם את הרובוט לביצוע בקרת איכות למוצר שיוצא ממכונת העיבוד השבבי, לאריזות שונות בתעשיית המזון וכו'.

היישומים שעסקנו בהם עד כה אפשרו לשלב בקרת איכות והרכבה בתהליך ההזרקה וכן חליצת מוצרים ממכונת הזרקה דו-קומפוננטית עם יחידת הזרקה אנכית, המונעת הרכבת רובוט תלת-צירי סטנדרטי, והזרקה אינסרט מדויקת על חוטים, מראות ורשתות. כל הרובוטים פועלים ללא "כלובי" הגנה.

לאחר שאנו מפתחים ומטמיעים את הפתרון, אנחנו מלווים את הפעלתו בהדרכה וייעוץ, כמקובל אצלנו. ♦