

AUTOMATA PALETTÁZÓ RENDSZER MEGVALÓSÍTÁSA INTELLIGENS ROBOTTAL

IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATIC PALLETIZING SYSTEM WITH INTELLIGENT ROBOT

Lénárt József, egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék
Antal Dániel, egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék
Kavecz Máté, BSc hallgató, Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék
Marinkovics Ádám, BSc hallgató, Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék

ABSTRACT

This paper describes the process of design and implementation of an automated palletizing system, which is fed with workpieces by an automated feeding unit. The system uses the iRVision 3DL feature of the Fanuc LR Mate 200iC robot.

1. BEVEZETÉS

Ez a cikk egy automatizált palettázó rendszer tervezését és megvalósítását mutatja be, melyet hallgatók bevonásával és aktív közreműködésével valósítottunk meg. Az alapszakos mechatronikai mérnök szakos hallgatók képzésében nagy hangsúlyt fektetünk a gyakorlatias képzésre, valós feladatok megoldására. Erre kiváló lehetőség egy komplett működő rendszer megtervezése és megépítése a tanszéken rendelkezésre álló eszközök felhasználásával, amely a későbbiekben oktató rendszerként is kiválóan használható. A tanszék Hajtás- és robottechnikai laboratóriumában rendelkezésünkre állt egy Rexroth golyósorsós lineáris egység (Compact Module) Rexroth IndraDrive C HCS02 tengelyvezérlővel és egy Fanuc LR Mate 200iC intelligens robot 3D képfeldolgozó rendszerrel (iRVision 3DL laser vision system). A robot fel van szerelve egy Schunk PG-70 típusú szervómotoros mozgatású megfogó készülékkel is. A robot számára a palettázandó munkadarabokat a lineáris szánvezeték fogja szállítani, ezáltal a szánnak és a robotnak tökéletesen együtt kell dolgoznia és kommunikálnia. Mivel a robot oktatási célokot szolgál, így a munkadarab megfogó készülék felszerelését és a munkadarabok megfogására szolgáló megfogó pofákat univerzálisra kell tervezni, hogy minél többféle feladatot tudjon a későbbiekben ellátni, és különböző geometriájú munkadarabokat is képes legyen megfogni. A

lehető legtöbb feladat ellátására a költséghatékonyság megtartása mellett úgy döntöttünk, hogy a legjobb megoldás, ha a megfogón a pofákat gyorsan tudjuk cserélni és ezt a cserét a robot önmagának programból is el tudja végezni. Az LR Mate 200iC a Fanuc összeszerelő robotok egyik legkisebb tagja. Alkalmas lehet szerelésre, válogatásra, anyagkezelésre, anyagleválasztásra és egyéb műveletekre is. A tanszéken lévő robot fel van szerelve iRVision 3DL képalkotó rendszerrel, ami alkalmassá teszi 3D-s munkadarab keresésre, ha esetleg a munkadarab beérkezési helyét nem lehet teljes pontossággal előre meghatározni, vagy palettázásnál, ha meg kell keresni, hogy hol van szabad pozíció a munkadarab számára. A negyedik tagon elektromos és pneumatikus csatlakozókat találunk szerszámok, megfogók vagy egyéb eszközök számára.

2. A RENDSZER ÉPÍTŐELEMEINEK ELHELYEZÉSE

Először a rendszert alkotó elemeket kellett e végleges helyükre rögzítenünk. A golyósorsós szánt úgy kellett elhelyezni, hogy amellet hogy az egyik végénél elfér mellette a munkadarab adagoló, a másik végét a robot elérje, egymással képesek legyenek dolgozni. Mivel a robot palettázást végez és ezt az iRVision 3DL rendszer segítségével végzi, így nem volt elégséges, ha csak teljesen kinyúlva éri el a szánt, mert felülről a szán által szállított munkadarabról képet kell hogy tudjon készíteni. Miután a szánt elhelyeztük érintésvédelmi okokból, a szán vezérlőjét és a 24 voltos tápegységeket beépítettük egy elektromos szekrénybe (1. ábra), amit helytakarékosság miatt az asztal alatt helyeztünk el. A működtetés megkönnyítése miatt elhelyeztünk az asztalon egy kisebb kapcsolódobozt, aminek a segítségével a tápegységek külön – külön is feszültség alá helyezhetőek.

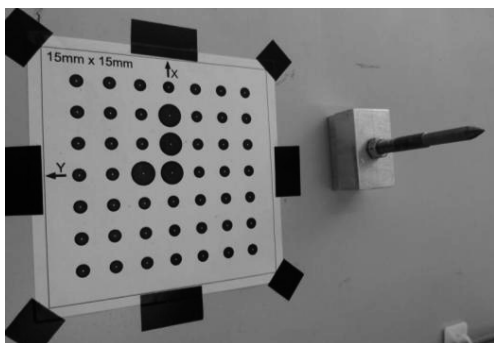


1. ábra. Elektromos szekrény

3. A RENDSZER MŰKÖDÉSE

A rendszer véletlenszerűen érkező munkadarabokat palettáz sorrendben. A munkadarabok egy ejtőtárolóból érkeznek a szánhoz, a szán elszállítja a robothoz, ami elveszi a szántól és egy vizsgálat után szétválogatva és irányba állítva meghatározott sorrendben tölt fel egy 4x4-es palettát. A robot a szétválogatást (műanyag vagy alumínium) egy Pepperl Fuchs NJ15+U1+E2 típusú induktív szenzorral végzi, az irányba állítást és a sorrendbe helyezést pedig a kamera segítségével.

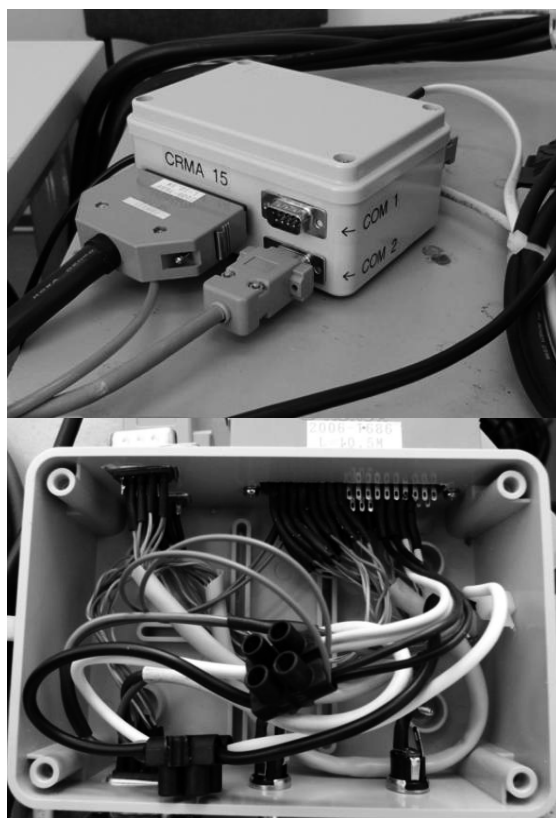
Ahhoz, hogy a kamera megfelelően érzékelje a munkadarabok helyzetét, kalibrálni kellett. Ezt egy kalibráló ábra segítségével, és egy kalibráló tűskével hajtottuk végre (2. ábra). A kalibrálásakor az ábra fölött kell különböző magasságokból képet készíteni, amiből a robot meghatározza a kamera helyzetét. Előtte az ábra néhány pontját be kell tanítani a tűske segítségével.



2. ábra. Kalibrációs ábra és tűske

4. KOMMUNIKÁCIÓ

A robotnak kommunikálnia kell a szánnal, a kezelővel és a megfogót is működtetnie kell. Ehhez készítettünk egy elosztó dobozt (3. ábra). A dobozba csatlakozik be a robotból kijövő kommunikációs csatlakozó, a szánnal való kommunikáció, a megfogó, illetve ki lett rá vezetve további bővítés lehetősége érdekében 8 darab szabad bemenet. A dobozba csatlakozik még az egyik tápegység, ami a megfogót és a ki- és bemeneteket látja el 24 voltal. A kommunikációhoz a robot felől a CRMA 15-ös csatlakozót használtuk, az egyéb összeköttetésekhez pedig 9 tűs D-SUB csatlakozókat építettünk be. A CRMA 15-ös csatlakozóban 20 bemenet és 8 kimenet van, emellett tápfeszültséget kell rákapcsolni, amit a robot a kimeneteken visszaad.



3. ábra. Kommunikációs elosztó doboz

5. A MEGFOGÓ MŰKÖDTETÉSE

A megfogót a robot úgy tudja működtetni, ha a megfogó vezérlőjére a megfelelő program fel van töltve, ezután a robot a megfogó bemeneteire különböző kombinációkban kapcsol jeleket, ekkor a megfogó végrehajtja az adott kombinációhoz tartozó programozott utasítást. A megfogóra feltöltött programot az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A megfogó programja.

P	Utasítás
0	MOVE_POS(68, 80, 300, 3.5) MILLIMETRE
1	MOVE_GRIP(-0.5, 40) MILLIMETRE
2	MOVE_GRIP(-4, 80) MILLIMETRE
3	MOVE_POS_REL(-5, 80, 200, 3.5) MILLIMETRE
4	MOVE_POS_REL(5, 80, 200, 3.5) MILLIMETRE
5	MOVE_POS(20, 60, 200, 3) MILLIMETRE
6	CMD_ACK

2. táblázat. A megfogó bemenetei

IN1	IN2	IN3	IN4	Művelet
L	L	L	L	Reset
L→H	L	L	L	Referencia
L→H	H	L	L	Utasítás 0
L→H	L	H	L	Utasítás 1
L→H	H	H	L	Utasítás 2
L→H	L	L	H	Utasítás 3
L→H	H	L	H	Utasítás 4
L→H	L	H	H	Utasítás 5
L→H	H	H	H	Utasítás 6

Azért, hogy az utasításokat egyszerű és gyors legyen kiadni a robotprogramokban minden kombináció végrehajtására írtunk egy programot és egy makróhoz rendeltük. Példaként az 5. megfogóutasítás végrehajtásához az alábbi programrészlet szükséges [1]:

```
1: DO[101:MF]=OFF;
2: DO[102:MF]=OFF;
3: DO[103:MF]=ON;
4: DO[104:MF]=ON;
5: DO[101:MF]=PULSE,0.5sec;
```

6. A ROBOT PROGRAMJA

A palettázó egység működtetését egyetlen robotprogram végzi, ez kezeli az alkatrészek pozíciójának meghatározásáért felelős képfeldolgozó egységet, a szenzorok jeleit, valamint működteti a megfogót. A program fontosabb lépései az alábbiak:

- Egy kezdő pozícióból indul a paletta fölött
- Elmozog a szán fölé és jelzést vár a szánt vezérlő PLC-től
- Ha megérkezett a munkadarab, képet készít és elemzi, meghatározza a munkadarab orientációját és kódját (4. ábra)
- Felveszi a munkadarabot a szán megfogójából
- Ha selejt, akkor „kidobja” és újra munkadarab-váró pozícióba mozog

- Az induktív szenzor fölé viszi a munkadarabot, ezzel meghatározza az anyagát (műanyag/alumínium)
- A paletta fölé mozog, képet készít, elemzi, meghatározza az adott kódú munkadarabhoz tartozó következő szabad pozíciót a palettán (5. ábra)
- Leteszi a munkadarabot a megfelelő pozícióba
- Kezdőpozícióba mozog



4. ábra. A munkadarab kódjának és orientációjának meghatározása (alul a kamerakép a felismert munkadarabbal)



5. ábra. A paletta képe. A bal oldali két oszlop a műanyag munkadarabok helye, a jobb az alumíniumoké (jelölve a szabad műanyag pozíciók)

7. A KEZELŐSZERVEK

A rendszer kezeléséhez készítettünk egy kapcsolótáblát (6. ábra), amely egy mozgatható állványon került elhelyezésre. Erre az állványra akasztható a robot irányító egysége (Teach Pendant) is. Ezen az alábbi kezelőszervek kerültek elhelyezésre:

- központi vészstop gomb, amely a teljes rendszert (szán, PLC és robot) vészstop üzemmódba kapcsolja
- kulcsos kapcsoló a robot munkaterét védő fénysorompó hatástalanítására
- visszajelző lámpa a fénysorompó állapotról
- visszajelző lámpa: „Paletta megtelt”
- nyomógomb a „Paletta megtelt” jelzés törlésére, amennyiben megtörtént a paletta ürítése
- kapcsoló, mellyel folyamatos, vagy „1 ciklus” üzemmódba kapcsolható a rendszer



6. ábra. A kezelőszervek

8. BIZTONSÁG

A balesetek elkerülése végett a robot munkaterét jól látható sárga-fekete szalaggal jelöltük és két optikai szenzor, valamint prizma felhasználásával összeállított fénysorompóval védjük. A robot vezérlője (Fanuc R-30iA Mate) rendelkezik munkatér-védelmi bemenettel [2], ezt használtuk fel a fénysorompó bekötéséhez. A fénysorompó funkcióját két Pepperl Fuchs RL28 retroreflektív szenzor látja el.



7. ábra. A munkaterét védő fénysorompó két optikai szenzora

9. ÖSSZEFOGLALÁS

A kitűzött feladat sikeresen meg lett oldva, melynek során egy működő rendszer jött létre a tanszéken, amely a későbbiekben oktatási és kutatási feladatokra is alkalmas lehet. A feladat megoldása két alapszakos hallgató projektfeladatának és szakdolgozatának alapját képezi, valamint jól modellezi egy valós ipari feladat megoldásának folyamatát.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutató munka A TÁMOP-4.2.1B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

11. IRODALOM

[1] Servo Electric 2-Finger Parallel Gripper Type PG 70 Assembly and Operating Manual, Schunk GmbH & Co. KG, Lauffen, 2012.

[2] Fanuc R-30iA Mate Controller Maintenance Manual, Fanuc Robotics America Inc., Michigan, 2009.