A TEACHING TOOL FOR OPERATION AND PROGRAMMING INDUSTRIAL ROBOTS KUKA

[UCEBNÁ POMÔCKA PRE OBSLUHU A PROGRAMOVANIE PRIEMYSELNÝCH ROBOTOV KUKA]

Ivan Fitka – Marian Kralik – Jan Vachalek – Pavol Vasek – Jan Rybar

doi: 10.18355/PG.2019.8.2.5

Abstract

Robotization and automation are nowadays one of the most progressive fields of education at secondary schools and universities. The implementation of these fields supports the employment of graduates on the labor market. For the purpose of education in the field of industrial robotics we have created a teaching aid that provides students simple instructions for operating and programming industrial robots KUKA with the control system KR C2.

Key words

industrial robot KUKA, manual, robot programming, robot operation, education

Anotácia

Robotizácia a automatizácia patria v dnešnej dobe k výrazne napredujúcim oborom výučby na stredných a vysokých školách. Implementácia týchto oborov podporuje uplatnenie absolventov na trhu práce. Pre potreby vzdelávania v oblasti priemyselnej robotiky sme vytvorili učebnú pomôcku, ktorá poskytuje študentom jednoduchý návod na obsluhu a programovanie priemyselných robotov KUKA s riadiacim systémom KR C2.

Kľúčové slová

priemyselný robot KUKA, manuál, programovanie robotov, obsluha robotov, vzdelávanie

Úvod

Priemyselné roboty sú v dnešnej dobe neodmysliteľnou súčasťou automatizovaných výrobných procesov. Ich využitie je predovšetkým pri manipulácii s obrobkami (paletizácia, bin picking), technológiách (zváranie, lepenie, nanášanie náterov), vizuálnej detekcii, kontrole vibrácií atď. Obsluha, riadenie a programovanie priemyselných robotov KUKA je náročná a vyžaduje určité vedomosti z oblasti robotiky, automatizácie, elektrotechniky a programovania.¹

¹ FITKA, Ivan: Vytvorenie manipulačnej úlohy pre robot KUKA. [Diplomová práca]. Slovenská technická univerzita v Bratislave. Strojnícka fakulta. Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality. Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Králik, CSc. Bratislava: SjF STU BA, 2018. 183s.

Slovenský trh práce ponúka pre absolventov v tejto oblasti viacero kvalifikovaných pracovných miest. Požiadavky zamestnávateľov sú ale taktiež dosť vysoké a nútia vzdelávací systém (či už na stredných alebo vysokých školách) prispôbiť sa dnešným potrebám. Pre účely vzdelávania a pochopenia základných princípov z oblasti priemyselnej robotiky so zameraním na priemyselné roboty KUKA s riadiacim systémom KR C2 sme vytvorili učebnú pomôcku (manuál, resp. návod), ktorý poskytuje teoretické aj praktické inštrukcie a návody. Učebná pomôcka bola aplikovaná ako vzdelávací prostriedok na niektorých stredných a vysokých školách na Slovensku.

1 Tvorba učebnej pomôcky pre obsluhu a programovanie priemyselných robotov KUKA

V dnešnej „modernej“ dobe digitálnych technológií, internetu nie je problém si zaobstaráť rôzne manuály, podklady, datasheet-y od rôznych spoločností a produktov, ktoré poskytujú a zobrazujú detailné informácie a návody k danému portfóliu.

V priemyselnej robotike taktiež existuje nespočetne veľa rôznych dokumentov a návodov k stiahnutiu, ale nie všetky sú schopné čitateľovi poskytnúť prehľadné informácie a postupy zrozumiteľne. Predovšetkým pri programovaní priemyselných robotov to býva najčastejším problémom, kedy čitateľ neovláda základné princípy a porozumenie danej problematike mu robí bez základných poznatkov starosť. Ďalším problémom môže byť aj samotné spracovanie manuálov od výrobcu a samozrejme aj zastaranosť a neprehľadnosť jednotlivých postupov, príkazov, atď.

Práve pri zastarenejšom type riadiaceho systému KR C2 sú tieto manuály spracované do podoby, kedy čitateľ bez predchádzajúcich skúseností s oblasti robotiky a automatizácie sa jednoducho nezaobíde. Práve pre tieto účely sme sa snažili vytvoriť učebnú pomôcku (návod) pre obsluhu a programovanie priemyselných robotov KUKA s riadiacim systémom KR C2. Štruktúra manuálu je tvorená postupnosťou jednotlivých bodov, ktoré poukazujú čitateľovi detailné princípy a postupy z oblasti riadenia, obsluhy a samotného programovania priemyselných robotov KUKA. Pri vytváraní manuálu sme vychádzali od podkladov výrobcu, ale nakoľko sa nám zdali byť niektoré veci nejasné a málo rozvinuté pre pochopenie študentov, obohatili sme manuál o vlastné informácie a nadobudnuté poznatky. Hlavným cieľom pri tvorbe manuálu bolo sprostredkovanie jednotlivých postupov, príkazov do stručnej a prehľadnej podoby, ktorá by bola použiteľná na stredných aj vysokých školách. Cieľovou skupinou sú predovšetkým študenti ktorým má takáto pomôcka uľahčiť a sprostredkovať vedomosti z oblasti priemyselnej robotiky.

Obrázok 1: Návod na obsluhu a programovanie robota KUKA.²

2 Návod na obsluhu a programovanie robota KUKA s riadiacim systémom KR C2

Návod na obsluhu a programovanie robota KUKA sa skladá z troch hlavných kapitol, ktoré obsahujú ďalšie podkapitoly a spolu má návod 124 strán.

Prvá kapitola sa zaoberá samotným popisom priemyselného robota. V tejto kapitole sú vyobrazené a popísané hardvérové a softvérové komponenty v základnej koncepcii robotizovaného pracoviska s priemyselným robotom KUKA KR 180-2 s riadiacim systémom KR C2 (Obrázok 2).

² *Vlastné spracovanie. 2019.*

Obrázok 2: Popis priemyselného robota (1 - robot, 2 - vedenia, 3 - riadiaci systém KR C2, 4 – ovládaci panel KCP).³

Na obrázku 2 je schematicky znázornený priemyselný robot KUKA, ktorý je pomocou spojovacích vedení priamo prepojený s riadiacim systémom. Riadiaci systém je tzv. „mozgom robota” nakoľko jeho hlavnou úlohou je predovšetkým riadenie robota s využitím informácií a vygenerovaných signálov. K riadiacemu systému je priamo pripojený ovládaci panel KCP (Kuka Control Panel), ktorý nám slúži na online riadenie a programovanie priemyselného robota.⁴

³ FIŤKA, Ivan: Vytvorenie manipulačnej úlohy pre robot KUKA. [Diplomová práca]. Slovenská technická univerzita v Bratislave. Strojnícka fakulta. Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality. Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Králik, CSc. Bratislava: Sjf STU BA, 2018. 183s.

„<https://www.kuka.com>,” 7.10.2010. [Online]. Dostupné: https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/48ec812b1b2947898ac2598aff70abc0/spez_kr_c2_ed05_sk.pdf. [Cit. 15.4.2019].

„<http://www.wtech.com.tw>,” 11.7.2007. [Online]. Dostupné: <http://www.wtech.com.tw/public/download/manual/kuka/krc2ed05/KC2%20Operating%20Instruction.pdf>. [Cit. 15.4.2019].

⁴ FIŤKA, Ivan: Vytvorenie manipulačnej úlohy pre robot KUKA. [Diplomová práca]. Slovenská technická univerzita v Bratislave. Strojnícka fakulta. Ústav výrobných systémov. Slavonic Pedagogical Studies Journal, eISSN 1339-9055, ISSN 1339-8660, Volume 8 Issue 2, 2019

Druhá kapitola je zameraná na riadenie a obsluhu priemyselného robota KUKA. V tejto kapitole čitateľ získa informácie a postupy zamerané na spustenie robota, popis užívateľského rozhrania, popis súradnicových systémov, manuálny pohyb s robotom, ako sa robot uvedie do prevádzky, zameranie nástrojov a základní, atď.

Obrázok 3: Užívateľské rozhranie KUKA.HMI.⁵

Posledná kapitola sa zaoberá samotným programovaním priemyselných robotov KUKA. Kde pod pojmom „programovanie robotov“ môžeme chápať vykonanie úlohy alebo operácie pomocou priemyselného robota na základe vopred naprogramovanej postupnosti bodov a logických príkazov. Jednotlivé body a príkazy sa nachádzajú vo vytvorených programoch uložených v

systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality. Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Králik, CSc. Bratislava: SjF STU BA, 2018. 183s.

„<https://www.kuka.com/>“, 7.10.2010. [Online]. Dostupné: https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/48ec812b1b2947898ac2598aff70abc0/spez_kr_c2_ed05_sk.pdf. [Cit. 15.4.2019].

„<http://www.wtech.com.tw/>“, 11.7.2007. [Online]. Dostupné: <http://www.wtech.com.tw/public/download/manual/kuka/krc2ed05/KC2%20Operating%20Instruction.pdf>. [Cit. 15.4.2019].

⁵ FITKA, Ivan: Vytvorenie manipulačnej úlohy pre robot KUKA. [Diplomová práca]. Slovenská technická univerzita v Bratislave. Strojnícka fakulta. Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality. Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Králik, CSc. Bratislava: SjF STU BA, 2018. 183s.

riadiacom systéme priemyselného robota. Tieto programy majú presne definovanú štruktúru a syntax.

Priemyselné roboty od firmy KUKA využívajú vlastný programovací jazyk KRL (KUKA Robot Language). Štruktúra programu KRL (Obrázok 4) je tvorená naprogramovanými pohybmi a logickými príkazmi, ktoré sa vykonávajú v postupnosti v akej boli naprogramované. Ďalej sú vysvetlené jednotlivé inštrukcie pri programovaní pohybov a logických inštrukcií, porovnanie online a offline programovania atď.⁶

```
1 DEF my_program( )
2   INI
3
4   PTP HOME   Vel= 100 % DEFAULT
5   ...
8   LIN point_5 CONT Vel= 2 m/s CPDAT1 Tool[3] Base[4]
9   ...
14  PTP point_1 CONT Vel= 100 % PDAT1 Tool[3] Base[4]
15  ...
20  PTP HOME   Vel= 100 % DEFAULT
21
22 END
```

Obrázok 4: Štruktúra programu KRL.⁶

Záver

Ako bolo už spomenuté v úvode tohto článku robotizácia a automatizácia patria medzi odbory, ktoré sú v dnešnej dobe žiadané, či už z hľadiska zamestnávateľov alebo uplatnenia absolventov na trhu práce po skončení štúdia. Základné, ale aj pokročilé vedomosti z tejto oblasti už musia študenti získať počas procesu vzdelávania na stredných aj vysokých školách. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli vytvoriť učebnú pomôcku, ktorá bude študentom slúžiť pre pochopenie a vysvetlenie detailných princípov s oblasti priemyselnej robotiky zameranej na roboty KUKA s riadiacim systémom KR C2. Tento vytvorený manuál (návod) sme poskytli študentom na viacerých stredných školách, ale aj vysokých školách a dúfajme že týmto sme prispeli k lepšiemu pochopeniu tejto problematiky.

⁶ FIŤKA, Ivan: Vytvorenie manipulačnej úlohy pre robot KUKA. [Diplomová práca]. Slovenská technická univerzita v Bratislave. Strojnícka fakulta. Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality. Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Marián Králik, CSc. Bratislava: Sjf STU BA, 2018. 183s. „<http://www.wtech.com.tw>“, 11.7.2007. [Online]. Dostupné: <http://www.wtech.com.tw/public/download/manual/kuka/krc2ed05/KC2%20Operating%20Instruction.pdf>. [Cit. 15.4.2019].

Pod'akovanie

Autori ďakujú Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzite v Bratislave, grantovej agentúre APVV projekty (15-0295 a 15-0164); agentúre VEGA projekty číslo (1/0098/18, 1/0556/18 a 1/0610/17) a agentúre KEGA projekty číslo (006/STU-4/2018 a 039STU-4/2017) za ich podporu pri písaní tohto príspevku.

Bibliographic references

Available online:

„<http://www.wtech.com.tw>,“ 11.7.2007.

<http://www.wtech.com.tw/public/download/manual/kuka/krc2ed05/KC2%20Operating%20Instruction.pdf>. [Cit. 15.4.2019].

„<https://www.kuka.com>,“ 7.10.2010. https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/48ec812b1b2947898ac2598aff70abc0/spez_kr_c2_ed05_sk.pdf. [Cit. 15.4.2019].

FITKA, I. 2018. Vytvorenie manipulačnej ulohy pre robot KUKA. [Diplomova praca]. Slovenska technicka univerzita v Bratislave. Strojnicka fakulta. Ustav vyrobnych systemov, environmentalnej techniky a manazmentu kvality. Veduci zaverecnej prace: doc. Ing. Marian Kralik, CSc. Bratislava: Sjf STU BA. 183 p.

Ing. Ivan Fit'ka

Institute of Automation, Measurement and Applied Informatics

Faculty of Mechanical Engineering

Slovak University of Technology

Nám. slobody 17

812 31 Bratislava

Slovak Republic

ivan.fitka@stuba.sk

doc. Ing. Marián Králik, CSc.

Institute of manufacturing systems, environmental technology and quality management

Faculty of Mechanical Engineering

Slovak University of Technology

Nám. slobody 17

812 31 Bratislava

Slovak Republic

marian.kralik@stuba.sk

doc. Ing. Ján Vachálek, PhD.

Institute of Automation, Measurement and Applied Informatics

Faculty of Mechanical Engineering

Slovak University of Technology

Nám. slobody 17

812 31 Bratislava

Slovak Republic

jan.vachalek@stuba.sk

Ing. Pavol Vašek
Institute of Automation, Measurement and Applied Informatics
Faculty of Mechanical Engineering
Slovak University of Technology
Nám. slobody 17
812 31 Bratislava
Slovak Republic
pavol.vasek@stuba.sk

Mgr. Ing. Ján Rybář
Institute of Automation, Measurement and Applied Informatics
Faculty of Mechanical Engineering
Slovak University of Technology
Nám. slobody 17
812 31 Bratislava
Slovak Republic
jan.rybar@stuba.sk