

DRŽAVNA ROBOTSKA TEKMOVANJA ZA MLADE V LETU 2019

Janez Pogorelc, Aleš Hace, Alenka Hren

V prispevku sta predstavljena razvoj in izvedba slovenskih državnih robotskih tekmovanj **RoboT**, **ROBOsled** in **RoboCupJunior** v letu 2019, ki jih vse od leta 2000 organizira Inštitut za robotiko na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru v sodelovanju s srednjimi in osnovnimi šolami za slovenske osnovnošolce, srednješolce in študente. Večina tekmovalnih disciplin se izvaja tudi v odprti konkurenci (Open), tako da lahko sodelujejo tudi tekmovalci iz drugih držav. Za uspešno izvedbo tekmovanj je nujno izobraževanje tako mladih kot njihovih mentorjev na vseh nivojih – od učencev OŠ, dijakov SŠ in študentov, kar izvajamo v obliki tematskih delavnic in krožkov robotike.

1 Uvod

V torek, 14. maja, je bila na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) Univerze Maribor (UM) tradicionalna celodnevna prireditev »Mariborski robotski izziv«, ki združuje državna tekmovanja v robotiki za osnovnošolce, srednješolce in študente. Državno tekmovanje **ROBObum**, ki zajema kategoriji **ROBOsled** in **RoboCupJunior** (RCJ), se tradicionalno izvaja skupaj z državnim tekmovanjem za študente in dijake **RoboT**.

Namen organizacije državnih tekmovanj je popularizacija robotike, mehatronike, avtomatike in na splošno tehnike ter spodbujanje inovativnosti in tekmovalnosti med mladimi vseh starosti. V kategoriji **RoboT** (vožnja po velikem labirintu) je sodelovalo 25 ekip iz srednjih tehniških šol in ena študentska ekipa. V disciplini **ROBOsled** (sledenje črti) je sodelovalo 51 ekip. Največ tekmovalcev je sodelovalo v disciplinah **RCJ Reševanje Črta** (28 ekip iz OŠ in 20 ekip iz SŠ), med njimi tudi ekipe iz Hrvaške. V disciplini **RCJ Reševanje Labirint** so sodelovale 4 ekipe (po 2 iz OŠ in SŠ). V disciplini **RCJ Nastop** je sodelovalo 5 ekip, od tega le ena iz SŠ. Med najbolj atraktivnimi je tradicionalno disciplina **RCJ Nogomet**, v kateri so tokrat sodelovale 4 ekipe. Letos je bilo izvedeno tudi tekmovanje **RCJ Reševa-**

nje Simulacija, kjer je sodelovalo kar 8 ekip. Skupno se je vseh tekmovanj udeležilo okrog 150 ekip, sestavljenih iz več kot 350 otrok in 60 mentorjev ter spremljevalcev. Na regijskih predtekmovanjih je sodelovalo nekajkrat več otrok, saj so si nastop na državnem tekmovanju izborile le najboljše med njimi. Najboljšim tekmovalcem na državnem tekmovanju **ROBOsled** in **RCJ** smo podelili tudi zlata in srebrna priznanja, nagrade sponzorjev pa so prejele prve tri ekipe v posamezni disciplini. Najboljše ekipe z letošnjega državnega tekmovanja se bodo lahko udeležile svetovnega robotskega tekmovanja **RCJ 2020**, ki bo izvedeno julija 2020 v mestu Bordeaux v Franciji.

V dvajsetih letih se je na robotskih tekmovanjih po Sloveniji zvrstilo več tisoč osnovnošolcev, okrog 2000 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ prihajajo večinoma iz srednjih strokovnih šol s programi mehatronika, elektrotehnika, računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij. Pri organizaciji in izvedbi tekmovalnih disciplin sodeluje več kot 50 sodelavcev Inštituta za robotiko, drugih sodelavcev in študentov FERI UM.

Otvoritev robotskih tekmovanj je bila skupna in je potekala v avli stavbe G2, kjer so v nadaljevanju potekala tekmovanja **RCJ Reševanje Črta** in **RoboT 2019**. Ob otvoritvi je v imenu vodstva FERI UM zbrane tekmovalce in njihove mentorje pozdravil dekan FERI prof. dr. Borut Žalik.

2 Tekmovanje v vožnji po labirintu **RoboT 2019**

Na državnem tekmovanju z mobilnimi roboti **RoboT 2019** se je v vožnji (slika 1) lastno konstruiranih avtonomnih mobilnih robotov po labirintu (velikosti 2,5 x 2 m z več kot 15 m poti, slepimi hodniki in okrog 36 zavoji) pomerilo 25 dijaških ekip iz petih srednjih tehniških elektro, strojnih in računalniških šol ter gimnazij in študentska ekipa iz FERI UM.

To je tudi robotsko tekmovanje z najdaljšo tradicijo (že 20. izvedba) v Sloveniji, ki se ga je v vseh letih tovrstnih tekmovanj udeležilo že okrog 100 študentov ter okrog 500 dijakov z mentorji iz celotne Slovenije ter sosednjih držav Hrvaške in Avstrije.

Za lovorike tekmovanja **RoboT 2019** je štela boljša izmed dveh voženj. Najuspešnejšim trem tekmoval-

Mag. Janez Pogorelc, univ. dipl. inž., izr. prof. dr.
Aleš Hace, univ. dipl. inž., doc. dr. Alenka Hren,
univ. dipl. inž., vsi Univerza v Mariboru, Fakulteta
za elektrotehniko, računalništvo in informatiko



Slika 1 : Tekmovalna arena »veliki labirint« za *Robot 2019* in *RCJ Reševanje Črta* (v ozadju)

cem so bile podeljene svečane diplome, denarne in praktične nagrade sponzorjev. Najhitrejši je bil dijak ŠC Nova Gorica – ERŠ Jan Žagar s časom 32,55 s, sledila sta mu dijaka Gimnazije Bežigrad Jaka Hatlak s časom 36,44s in Urban Golob s časom 37,36 s.

Tradicionalno so se najbolj vztrajni dijaki srednjih šol že enajstič pomerili tudi za lovoriko **RoboLiga 2019** (finalno tekmovanje v seriji Slovenske robotske lige), kajti pred tem so bila že izvedena tekmovanja: **RoboERŠ** 12. aprila v ŠC Velenje in **RoboMiš** 24. aprila v ŠC Nova Gorica. Za lovoriko RoboLiga 2019 sta štela oba teka *Robot 2019*, kar smo točkovali v skladu s pravili in temu prišteli točke prvih dveh tekem.

Zmagovalec v seštevku vseh treh tekem (skupno 6 voženj) je bil že 2. leto zapored Jan Žagar iz ŠC Nova Gorica, ki je v dosegel vseh 300 točk, sledila sta mu dijak ŠC Velenje Žan Rebernik (170 točk) in dijak ŠC Ptuj Tim Kosec (167 točk).

3 ROBOsled 2019 – robotsko tekmovanje za osnovnošolce

ROBOsled je robotsko tekmovanje za osnovnošolce (*slika 2*), kjer morajo ekipe učencev zgraditi mobilnega robota in z njim tekmovati v vožnji po progi, označeni s črno črto na beli podlagi. Učenci se pri tem seznanijo z različnimi elektronskimi in mehanskimi oziroma mehatronskimi komponentami. V procesu gradnje robota se naučijo tudi spajkanja elektronskih komponent, mehanskega sestavljanja in vrtanja. ROBOsled je tako v prvi vrsti izobraževanje na interdisciplinarnem področju mehatronike, ki zajema tudi elektrotehniko, elektroniko, mehaniko, Cilji tekmovanja so spodbujanje in širjenje znanj o delovanju robotov ter spodbujanje raziskav robotov med osnovnošolci in med osnovnošolskimi učitelji. Tekmovanje se v osnovni šoli navezuje na predmet fizika in izbirne predmete s področja tehnike.

Tudi letos smo državno tekmovanje ROBOsled organizirali v dveh disciplinah: **DIRKAČ** in **POZNAVALEC**. V disciplini DIRKAČ zmaga robot, ki tekmovalno progo, označeno s črno črto na beli podlagi, prevozi v najkrajšem času. V disciplini POZNAVALEC se učenci OŠ pomerijo v poznavanju zgradbe in delovanja mobilnega robota, ki so ga zgradili.

V letu 2019 je izvedbo regijskih predtekmovanj ROBOsled, kjer se tekmovalne ekipe kvalificirajo za tekmovanje na državnem finalu, podprlo 11 tehniških srednjih šol po vsej Sloveniji. Seznam vseh sodelujočih tehniških srednjih šol je objavljen na spletni strani <https://robobum.um.si>. Vsem tehniškim srednjim šolam se za izvedbo robotskih predtekmovanj najlepše zahvalujemo. Vodjem tekmovanj smo zato podelili posebna priznanja.

Na zaključnem državnem tekmovanju ROBOsled 2019 je letos sodelovalo 51 tekmovalnih ekip s 65 tekmovalci iz 32 osnovnih šol iz vse Slovenije. Najbolj dovršeni samogradni mobilni roboti so opremljeni s sodobnimi programirljivimi mikrokrmilniki. Poleg samogradnih robotov se je tekmovanju tudi letos pridružilo kar nekaj navdušenih ekip LEGO-bum, ki sestavijo mobilnega robota iz komercialne LEGO sestavljanke.

Na tekmovanju ROBOsled 2019 v disciplini DIRKAČ je bila najuspešnejša OŠ Neznanih talcev Dravograd s kar dvema ekipama na prvih dveh zmagovalnih mestih, pri čemer je zmagovalna ekipa postavila odličen rezultat s časom 9,08 s. Pri tem je potrebno poudariti, da je bila tudi letos tekmovalna proga podaljšana tako, da je merila več kot 10 metrov. V disciplini POZNAVALEC je bila najboljša ekipa Bled2 iz OŠ prof. dr. Josipa Plemlja, Bled.

Najboljšim ekipam, ki so uspešno tekmovali v obeh disciplinah **ROBOsled** tekmovanja in so tako tudi v skupni razvrstitvi ROBOsled dosegle najboljše rezultate, smo podelili zlata in srebrna priznanja. V disciplini DIRKAČ so se tekmovalne ekipe razdelile glede na zgradbo tekmovalnega robota v tri poddiscipline: **A-Sledibot** (robot z analognim elektronskim krmi-



Slika 2 : Učenci se pripravljajo na tekmo ROBOsled.

ljem), **B-MikRObot** (robot s procesorskim krmiljem) in **C-LEGObot** (robot iz LEGO sestavljanke). Pri skupni razvrstitvi se je upošteval dosežek v posamezni poddisciplini. Prvo mesto v skupni razvrstitvi ROBOSled 2019 je osvojila ekipa Bled2 iz OŠ prof. dr. Josipa Plemlija, Bled, z doseženimi 17 točkami.

Najuspešnejšim ekipam je seveda potrebno posebej čestitati. Čeprav smo na tekmovanju podelili priznanja in nagrade sponzorjev zgolj tistim tekmovalnim ekipam, ki so se uvrstile na prva tri mesta v posamezni disciplini, in pa tudi skupno najboljši ekipi na tekmovanju, gre pohvala tudi vsem drugim tekmovalcem, saj je moto tekmovanja ROBOSled: »Pomembno je sodelovati, ne zmagati!« Še posebej pa je potrebno izpostaviti tudi mentorje mladih tekmovalcev, ki pomagajo svojim učencem pri pripravi na tekmovanje z mobilnimi roboti, ki nas vsako leto bolj presenečajo s tehnološko dovršenostjo, saj s tem med našimi najmlajšimi popularizirajo robotiko, mehatroniko in tehniko nasploh, kar je dejansko tudi cilj naših robotskih tekmovanj.

4 Državno tekmovanje RoboCupJunior Slovenija 2019

Tekmovanje RCJ Slovenija je sestavni del svetovnega robotskega tekmovanja za osnovnošolce in srednješolce, ki je v letu 2018 potekalo v Montrealu v Kanadi, letošnje pa bo potekalo v začetku julija v Sydneyju v Avstraliji (<https://2019.robocup.org>). Zadnja leta na svetovnem tekmovanju uspešno sodelujejo tudi slovenske dijaške ekipe. Od lanskega leta dalje lahko slovenske ekipe kandidirajo tudi za nastop na evropskem tekmovanju RCJ, ki se letos organizira v Nemčiji (<http://www.robocupjunior.eu>).

Državno tekmovanje RCJ Slovenija 2019 je bilo izvedeno dvonivojsko, zato so na državnem tekmovanju 14. maja sodelovale le najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Vsi roboti na tekmovanju RCJ, ne glede na disciplino tekmovanja, morajo voziti avtonomno. Zato so pomembni gradbeni elementi vsakega robota, pa naj bo samograden ali zgrajen iz sestavljanke, motorji, senzorji (za zaznavanje črte, stene, žoge) in mikrokrmilnik s programom.

Tekmovanje RCJ obsega precej raznolike discipline: **Reševanje, Nastop in Nogomet**.

Tekmovanje **RCJ Reševanje** ima kar tri različice: **Reševanje Črta**, **Reševanje Labirint** in **Reševanje Simulacija**. Skupno vsem trem je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče naravne nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje ponesrečenecv: na območju nesreče mora robot poiskati žrtev in jo nato prenesti v varno območje. Pri **Reševanju Črta** je pot, po kateri mora peljati robot po areni (slika 3), označena s črno črto na beli podlagi. Med vožnjo po areni mora



Slika 3 : Tekmovalne arene za tekmovanje Reševanje Črta (ločeno za OŠ in SŠ)

robot uspešno prevoziti križišča, premagati občasne prekinitve črte, ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti, ter rešiti žrtve (letos srebrne kroglice) na evakuacijsko točko (črn trikotnik). Nevarnosti, ki jih med vožnjo uspešno premaga robot, se točkujejo. Zmaga ekipa, katere robot zbere med vožnjo, ki je časovno omejena, največje število točk. Če ekipe dosežejo enako število točk, se razvrstijo glede na čas, ki so ga potrebovale za vožnjo. Osnovnošolci in srednješolci v Sloveniji v skladu z državnimi pravili še tekmujejo ločeno, trend na svetovnem nivoju pa gre v smeri brisanja tovrstnih razmejitev.

Vsa leta je daleč najbolj množično odprto državno tekmovanje RCJ Reševanje Črta. V kategoriji za učence OŠ se je pomerilo 28 osnovnošolskih ekip z več kot 90 tekmovalci, ki so se na državno tekmovanje uvrstile kot najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Tudi slovenske srednješolske ekipe (18 ekip s približno 70 tekmovalci) so se na državno tekmovanje RCJ Reševanje Črta za SŠ uvrstile na osnovi uvrstitve na regijskih predtekmovanjih. Osnovnošolcem sta se na tekmovanju RCJ Reševanje Črta pridružili dve hrvaški ekipi, prav tako so se tudi srednješolcem pridružile tri hrvaške ekipe.



Slika 4 : Tekmovalna arena v zelo zahtevni disciplini RCJ Reševanje Labirint

Na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za OŠ je bile najuspešnejša ekipa »Pizza Crew 1« iz OŠ Franja Malgaja Šentjur, ki sta ji sledili ekipa »SkyBot« iz Prve OŠ Slovenj Gradec ter ekipa »RSOSKP« iz OŠ Koper. Za odlične dosežke smo podelili zlati in srebrna priznanja. Na odprtem državnem tekmovanju je dosegla prvo mesto hrvaška ekipa »Lovrak« iz OŠ Mate Lovraka.

Med srednješolskimi ekipami na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za SŠ so se najbolje odrezale ekipe »TECHLECTIC« iz TŠC Maribor Srednja strojna šola, ekipa »CHEEKI BREEKI« iz ŠC Postojna, Gimnazija Ilirska Bistrica ter ekipa »TriPike« iz ŠC Celje, Gimnazija Lava, ki so osvojile prvo, drugo in tretje mesto. Za odlične dosežke smo najboljšim tekmovalcem podelili zlati in srebrna priznanja. Na odprtem državnem tekmovanju je dosegla 1. mesto hrvaška ekipa »Školska knjigaCRO team«, ki je nastopala v okviru Hrvatskega društva za robotiko iz Zagreba.

Na tekmovanje RCJ Reševanje Labirint (slika 4) sta v konkurenci OŠ sodelovali 2 ekipi iz Hrvaške, v konkurenci SŠ pa po ena ekipa iz Slovenije in Hrvaške. Tako je prvo mesto na državnem prvenstvu brez konkurence zasedla ekipa »SERŠ TEAM« iz SERŠ Maribor.

Letos smo četrtič izvedli tudi tekmovanje v disciplini RCJ Reševanje Simulacija, na katerem je sodelovalo 5 ekip (od tega 2 iz Hrvaške) v konkurenci SŠ, medtem ko so v konkurenci OŠ sodelovale le 3 hrvaške ekipe. V tej disciplini skušajo tekmovalci najprej s pomočjo računalniške simulacije najti najustreznejšo strategijo reševanja in jo potem tudi izvesti v virtualni tekmovalni areni. Odlično so se odrezali tekmovalci iz mariborske srednje šole SERŠ, ki so sicer v slovenskem državnem tekmovanju z ekipami »SERŠ ZIGGI«, »SERŠ TEAM« in »SERŠ BOGA« osvojili prvo, drugo in tretje mesto, v odprti konkurenci pa so morale slovenske ekipe priznati premoč hrvaški ekipi »MIOC CRO team« iz XV gimnazije Zagreb.

Za tekmovanje v disciplini RCJ Nastop mora ekipa sama zgraditi robota, sebi in robotu izdelati kostume in sceno za nastop, izbrati glasbo in pripraviti koreografijo ter izvesti nastop z robotom (slika 5). Na odprtem državnem tekmovanju je sodelovalo 5 ekip, od tega 4 osnovnošolske (med njimi 2 hrvaški) in le ena srednješolska ekipa iz Slovenije. Prvo mesto v osnovnošolskem slovenskem državnem tekmovanju je zasedla ekipa »PARALELNI SLALOM« iz OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik in drugo mesto ekipa »FRANCE1« iz OŠ Franceta Prešerna Kranj. V konkurenci SŠ (starost nad 15 let) je brez konkurence zasedla 1. mesto ekipa »FRANCE2«, ki so jo sestavljali učenci OŠ Franceta Prešerna Kranj in dijaka Šolskega centra Kranj.

Pri tekmovanju RCJ Nogomet tekmujejo ekipe v gradnji avtonomnih robotov, ki igrajo nogomet.



Slika 5 : Ekipa OŠ se predstavi s plesno glasbeno točko na sceni s plešočimi roboti

Robotsko nogometno ekipo po trenutno veljavnih pravilih sestavljata dva robota. Eden od robotov v ekipi je vratar, drugi pa napadalec. Na nogometni tekmi zmaga robotska ekipa, ki da nasprotni ekipi več golov, kot jih je prejela. Ekipe igrajo medsebojne tekme na izpadanje.

Glede na zmogljivost in velikost robotov se ta tekmovalna disciplina deli še v kategoriji: »Lahka«, v kateri so letos tekmovali 4 ekipe, in kategorijo »Open«, v kateri je letos tekmovala samo hrvaška ekipa.

Na državnem tekmovanju RCJ Nogomet je v kategoriji »Lahka« zmagala ekipa »The Incredibles« iz ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola. V odprti konkurenci je dosegla prvo mesto ekipa »FESB Team«, ki je zastopala Udrugo za robotiko Split. V kategoriji »Open« je dosegla prvo mesto brez konkurence ekipa »CroBiH«, ki je zastopala Hrvatsko društvo za robotiko Zagreb.

5 Zaključek

Robotska tekmovanja omogočajo primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovanjih in primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju. Državno robotsko tekmovanje se konča s svečano razglasitvijo zmagovalcev oziroma najboljših treh tekmovalcev/ekip ter podelitvijo priznanj za najboljše dosežke.

Vendar zgoraj naštetih cilji niso edini cilji, ki jih zasledujejo robotska tekmovanja. Na področju robotskih tekmovanj je olimpijsko vodilo tekmovanj razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: »*Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne samo zmagati.*« To pomeni, da je cilj robotskih tekmovanj spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovanje – naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj,

pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim spodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko učenje. Sama narava robotskega tekmovanja postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovanja, kajti ta določa rok zaključka projekta. Poglavitno merilo za uspešnost projekta je dosežek na tekmovalni areni v primerjavi s tekmeci. Mnoga svetovna robotska tekmovanja spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo s tem, da lahko na tekmovanjih sodelujejo izključno ekipe tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovanj so v skladu s pričakovanji družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovanja odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovanja na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

Robotska tekmovanja pogosto dopolnjujejo delavnice za tekmovalce in njihove mentorje, ki omogočajo hitro prenašanje novih znanj na vse sodelujoče na robotskem tekmovanju.

Razen doslej naštetega pa robotska tekmovanja s srečanjem ekip in izmenjavo pridobljenih izkušenj med njimi omogočajo tudi sledenje odprtim raziskovalnim problemom področja tekmovanja in spremljanje trenutnega stanja razvoja področja tekmovanja.

Nenazadnje, robotska tekmovanja prav gotovo spodbujajo mnoge učence osnovnih šol, da se odločajo za nadaljevanje šolanja v eni od tehniških

strok. Podobno velja za maturante splošnih gimnazij, saj se večja delež tistih, ki nadaljujejo študij na eni od tehniških fakultet na programih mehatronika, elektrotehnika in strojništvo.

Za uspešno izvedbo robotskih tekmovanj gre posebna zahvala za vsestransko podporo pri organizaciji tekmovanj predstojniku Inštituta za robotiko izr. prof. dr. Alešu Hacetu in vodstvu FERi UM, ki omogoča uporabo avle v stavbi G2 skupaj s sosednjimi učilnicami ter ozvočenja in video projekcije. Zahvala velja avtorjem fotografij in video posnetkov študentom Domnu Ulblu, Blažu Črničju in Almi Rastoder ter mag. Marijanu Španerju kakor tudi vsem sodelavcem Inštituta za robotiko, Inštituta za avtomatiko, ostalim sodelavcem FERi in mnogim študentom. Prav tako velja zahvala vsem sodelavcem in mentorjem po srednješolskih tehniških centrih, kakor tudi vsem sponzorjem in donatorjem tekmovanja.

Letos so najuspešnejše ekipe v svojih disciplinah prejele poleg pisnih priznanj tudi praktične in denarne nagrade, ki so jo prispevali donatorji in sponzorji robotskega tekmovanja. Tako kot vsa leta do sedaj, so se tudi letos vse ekipe udeležile tekmovanja brez plačila kotizacije.

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za zadnje tekme kot tudi za prejšnje so za tekmovanje **RoboT** na voljo na <https://iro.feri.um.si/robot/>, za ostala tekmovanja **ROBOsled** in **RCJ** pa na <https://robobum.um.si>.

MOTOMAN HC10

6-osni-kolaborativni robot

Motoman HC10 je 6-osni kolaborativni robot z nosilnostjo 10kg in polmer dosega R=1200mm.

HC10 predstavlja novo generacijo robotov, ki so zmogljivi, cenovno dostopni, vsestransko uporabni, preprosti za uporabo in izdelani za integracijo v industrijske procese. Roboti so namenjeni uporabnikom, ki iščejo preprosto in hitro avtomatizacijo nalog, ki jih industrijski roboti opravljajo v bližini ljudi v sodelujočem načinu delovanja.

Varno sobivanje z uporabniki

Varnostni krmilnik FSU: Functional Safety Unit

Tehnologija PFL Power and Force Limiting

Aplikacija EasyTeach – natančno ročno vodeno učenje in programiranje robota

Brez varnostne ograje

- Vgrajena funkcija kontrole sile ob dotiku na vseh šestih robotskih oseh
- Gibljivi deli robota so oblikovani tako, da preprečujejo možnost poškodb
- Varnostni standard – aplikacija za industrijske robote: ISO 10218-1 (5.10.5 Power and Force limiting)
- Varnostne funkcije za krmilnike industrijskih robotov: ISO 13849-1, PLd, CAT3
- Tehnična specifikacija za delovanje kolaborativnih robotov: TS15066

Enostavno programiranje

- Neposredno premikanje robotske roke s pomočjo ročnega vođenja
- Pametni vmesnik (Smart HUB) za programiranje po principu »enostavnega učenja«

YASKAWA



Krmiljen z
YRC1000