

Rīgas Tehniskās universitātes pieredze industriālā robota lietojumam apmācībā un zinātnē

Ivars Karpičs¹, Zigurds Markovičs², ^{1,2}Rīga Technical University

Kopsavilkums. Šajā rakstā ir apskatīta Rīgas Tehniskās universitātes, Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātes pieredze un rezultāti industriālā robota lietojumos mācību procesā un zinātniskajos pētījumos. Raksts ir veidots kā sasniegto rezultātu atskats. Sniegta informācija par mācību priekšmetu izveidi un to tematiku. Apskatītas pedagoģiskas metodikas, kā tiek organizēta industriālo vadības sistēmu un robotu apmācība. Rezultāti zinātniskajos pētījumos balstās uz akadēmiskā personāla izstrādātajiem lietojumiem un bakalauru un maģistratūras studentu veidotajiem gala darbiem. Aktuālajiem rezultātiem, kas tiek pilnveidoti un attīstīti, ir dots to teorētiskais pamatojums un tehniskās realizācijas apraksts. Raksta noslēgumā ir izvirzīti turpmākie mērķi un uzdevumi, kurus jārealizē lai sasniegtu augstākus rezultātus gan pedagoģijā, gan zinātnē.

Atslēgas vārdi: industriālais robots, adaptīva un intelektuāla robota vadība, mācību process.

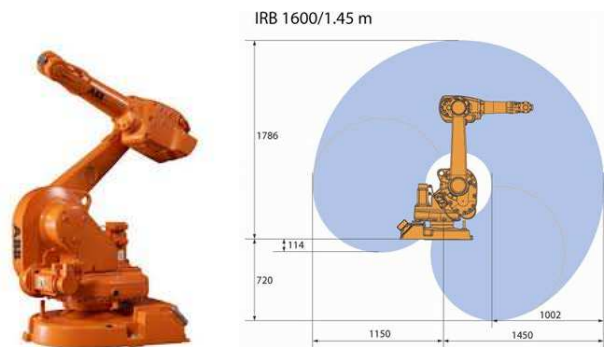
I. IEVADS

Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātē ietilpstošais Datorvadības, automātikas un datortehnikas institūts ir orientēts vairāk uz tehnisku risinājumu izpēti. Institūta galvenie darbības virzieni ir saistīti ar attēlu apstrādi un datorgrafiku, tīklu un iegultajām sistēmām, automatiskās vadības un datorvadības sistēmām. Datorvadības sistēmu profesora grupas galvenie pedagoģiskie un zinātniskie virzieni ir saistīti ar industriālo procesu vadību/kontroli (programmējami loģiskie kontrolleri PLC, industriālo procesu vadības sistēmas SCADA un industriālie roboti), inženiertehniskiem risinājumiem personalizētajā medicīnā un topoloģiskās modelēšanas lietojumiem dažādu sarežģītu sistēmu izpētei un analīzei, nepietiekamas informācijas apstākļos. Lai sekmētu industriālās robotikas apguvi, 2009. gada 19. martā tika atvērta jaunizveidota industriālā robota laboratorija (attēls 1.1.) [1].



1.1.att. Industriālā robota laboratorijas atvēršana.

Jaunizveidotā laboratorija tika aprīkota ar ABB industriālo robotu Irb1600, kam ir 6 kustīgas asis, 6 kg celtspēja un līdz 1.5 m sasniedzamības robeža (1.2. attēls). Robota komplektācijā ietilpts robota vadības bloks IRC5 un rotācijas galds, ko pielieto industriālajos uzdevumos apstrādes objektu sasniedzamības uzlabošanai.



1.2. att. Industriālais robots Irb1600- 6/ 1.45 un tā sasniedzamības zona.

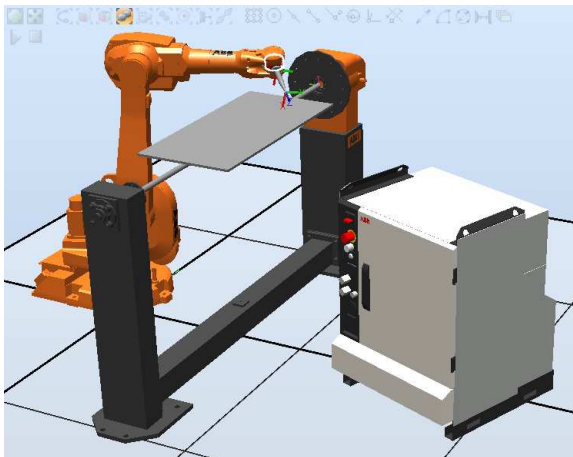
Robots industrijā galvenokārt ir paredzēts metināšanas uzdevumiem, bet to ērti var izmantot studentu apmācībā un zinātnisko pētījumu veikšanai. Laboratorijā tika uzstādīti personālie datori ar robota programmēšanas vidi RobotStudio. Industriālo procesu vadības un uzraudzības sistēmu SCADA apguvei, laboratorija tika papildināta ar dažādām automatizācijas komponentēm.

II. INDUSTRIĀLĀ ROBOTA PIELIETOJUMS MĀCĪBU PROCESĀ

Viens no galvenajiem iemesliem industriālā robota laboratorijas izveidei, ir sniegt iespēju studentiem apgūt industriālā robota programmēšanu un vadību. Pēc laboratorijas atvēršanas akadēmiskais personāls patstāvīgi apguva ABB Irb1600 programmēšanas pamatus. 2010. gada sākumā tika veikts pieredzes apmaiņas brauciens uz Tallinas Tehnisko universitāti, kur Spēka elektronikas fakultātē arī ir izvietots identisks Irb1600 robots. Vizītes laikā varēja iepazīties ar fakultātes auditorijām, tehnisko aprīkojumu un metodiskajiem materiāliem, kas paredzēti bakalaura un maģistra studentu apmācībai. Papildus tika apspriestas turpmākās sadarbības iespējas. Pēc šīs vizītes tika pilnveidoti laboratorijas darbi, kas ļāva nostiprināt priekšmetu „Robotu vadība sistēmas”. Šo priekšmetu pasniedz trešā kursa bakalaura studentiem un apvieno gan teorētiskās, gan praktiskās nodarbības. Teorētiskais kurss ir balstīts uz industriālo robotu fundamentāliem pamatiem, kā, piemēram, tiešā un apgrieztā kinemātika robotu struktūrām, attīstības paudzēm un

lietojumiem industrijā. Laboratorijas darbi ir paredzēti praktisko iemaņu uzlabošanai:

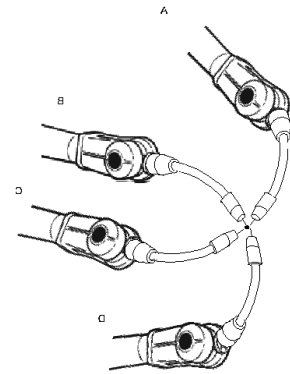
1. Iepazīšanās ar ABB Irb1600 industriālo robotu un programmēšanas vidi RobotStudio. Pirmais laboratorijas darbs ir paredzēts studentiem, kam vispār nav nekādas priekšzināšanas par ABB saimes robotiem. Darba izpildes laikā studenti apgūst Irb1600 galvenos tehniskos parametrus, programmēšanas un lietošanas iespējas. Papildus students iepazīstas ar RobotStudio programmatūru, kas paredzēta robotu modelēšanai un programmēšanai. Veiksmīgi izpildīts darbs noslēdzas ar izveidotā trim dažādām robota darba stacijām;
2. Detalizēta robota stacijas izveide. Laboratorijas darbā studenti apgūst zināšanas kā RobotStudio vidē izveidot robotizētu staciju. Pielietojot identifikācijas kodus, tiek izveidota laboratorijā esošā robota stacija ar robotu Irb1600, pozicionēšanas galdu, vadības kontrolleri IRC5 un robotam piestiprināto darba instrumentu. Darba noslēgumā tiek izveidota sadursmju noteikšanas komponente, kas 3D simulācijas laikā spēj norādīt robota sadursmi ar citām stacijas komponentēm. Attēlā 2.1. ir redzama laboratorijā esošā modelētā robota stacija, pielietojot RobotStudio programmpaketi.



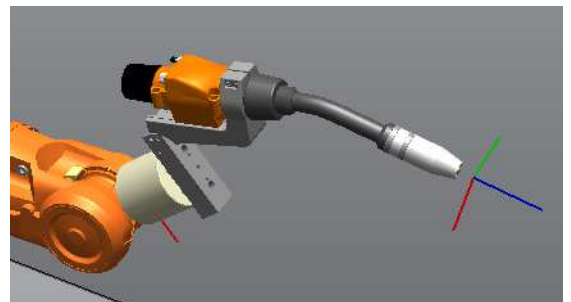
2.1.att. Robota stacijas modelēšana RobotStudio vidē.

3. Industriālā robota darba rīka izveide. Šis ir pirmais laboratorijas darbs, kurā visi studenti fiziski vada manipulatoru. Izmantojot iebūvēto rokas vadības paneļa (Flexpendant) funkciju „Izveidot rīku” (Create tool), studenti secīgi ar robota rīku pieskaras vienam telpas punktam (2.2. att.). Šī uzdevuma laikā studenti patstāvīgi apgūst robota vadību, izmantojot kursorsvīru, kā arī darbojoties grupā tiek apgūtas grupas darba iemaņas, jo katras pozīcijas iestatīšana ir atkarīga no iepriekšējās pozīcijas. Izstrādātā instrumenta precizitāte ir tieši atkarīga no kopējās studentu precizitātes, vadot manipulatoru. Laboratorijas darba otrā daļa sastāv no industriālā robota rīka prototipēšanas RobotStudio vidē (2.3. att.). Studentam ir jāizstrādā instruments ar attiecīgu CAD modeli un reāla rīka parametriem (darba rīka centra punkta koordinātes, gala koordināšu sistēmas novietojums, rīka svars, gravitācijas centra

koordinātes un koordinātu sistēmas novietojums, inerces moments uz asīm un citi parametri).

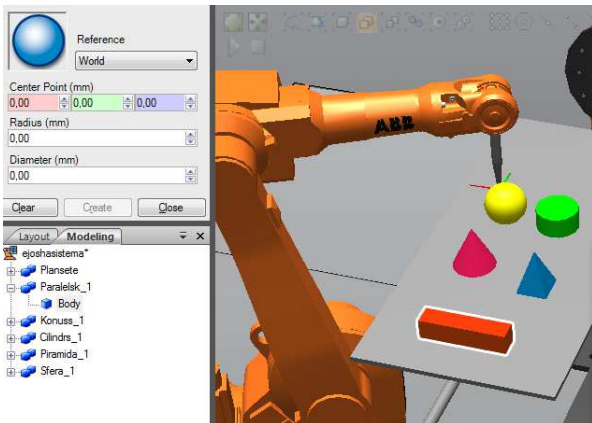


2.2.att. Instrumenta kalibrācija, izmantojot rokas vadības paneli Flexpendant.



2.3.att. Instrumenta telpiska prototipēšana, pielietojot RobotStudio.

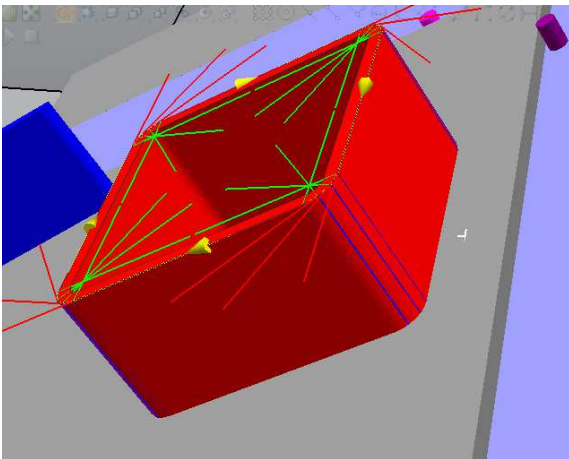
4. Vienkāršotu pārvietojuma kustību programmēšana. Šajā darbā studenti izstrādā industriālā robota vadības programmu, pielietojot vadības rīku Flexpendant. Laboratorijas darbu var izpildīt fiziski uz robota vai veikt darbību programmēšanu, izmantojot RobotStudio. Galvenais rezultāts, kas tiek panākts, ir studenta spēja īsā laikā veikt robota punkta veida pārejas jeb cikliskās programmas izveidi. Cikliska programma balstās uz robota secīgu pāreju pa iepriekš iestatītiem punktiem;
5. Manipulatora trajektorijas ieguve, pielietojot 3D ģeometriskos objektus. Galvenokārt, lai veiktu robotu programmēšanu, industrijā tiek izmantotas CAD/CAM sistēmas. Šīs datorizētās projektēšanas (CAD) un ražošanas (CAM) sistēmas ļauj izpildīt dažādus inženierprojektēšanas uzdevumus. Kā, piemēram, punktveida un loka veida metināšanai tiek pielietotas CAD/CAM sistēmas, kur tiek ievietots apstrādes objekts, un, pielietojot modelēšanas funkcijas, automātiski tiek iegūta industriālā robota vadības programma. Šī automātiski izveidotā programma nereti ir daudz optimizētāka kā lietotāja ar roku sastādīta programma. Šajā laboratorijas darbā studenti, izmantojot 3D projektēšanas vidi, veido pamata ģeometriskus objektus un, balstoties uz CAD operācijām, automatizēti iegūst apstrādes trajektorijas (2.4. att.), kuras automātiski var pārveidot uz robota programmu.



2.4.att. Pārvietojuma trajektoriju ieguve, pielietojot standarta ģeometrijas objektus.

Laboratorijas darbā papildus tiek apskatīta vadības bloka IRC5 vadības signālu izmantošana. Šie signāli (piemēram, digitālās ieejas un izejas) ļauj izveidot nosacījumu programmu, kas realizē robota adaptīvu vadību, tādējādi studentiem tiek dots ieskaits otrā tipa robotu vadības principā;

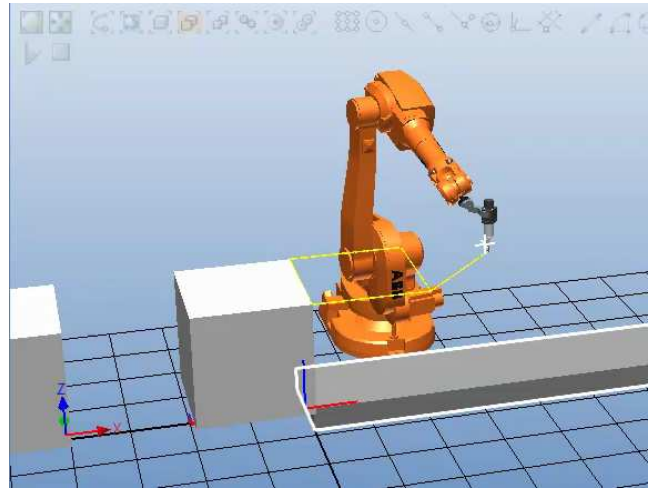
- Manipulatora trajektoriju ieguve, pielietojot 3D CAD modeļus. Darbs pēc būtības ir pietā laboratorijas darba turpinājums, kur apstrādes trajektorijas tiek iegūtas uz eksistējošu 3D detaļu pamata. Tā kā laboratorijā esošais robots galvenokārt ir paredzēts metināšanas darbiem, tad laboratorijas darbā studenti apgūst šādu metināšanas trajektoriju ieguvi, pielietojot CAD operācijas. Darba izpilde notiek 3D vidē un rezultātā tiek iegūtas sarežģītas apstrādes trajektorijas, ko fiziski nevar iegūt ar manuālo programmēšanu. 2.5. attēlā ir dots laboratorijas darba viena uzdevuma risinājums ar detaļas apstrādes trajektorijām.



2.5.att. Detaļas virsmas apstrādes trajektorijas.

- Industriālā robota attālināta vadība. Šajā darbā ir nepieciešams attālināti pieslēgties robotam un kādā no studenta izstrādātajām programmām ielādēt robota kontrolleri. Tad, izmantojot manuālo testēšanu, ir jāpārbauda programma. Ja kļūdas nav novērojamas, tad

- var izpildīt programmu automātiskajā režīmā un novērot tās atbilstību ar virtuāli izstrādāto programmu;
- Robotizētā iecirkņa izveide. Šajā darbā studentiem ir jāizveido vairāku robotu un automatizācijas komponentu vienota sistēma. Šis laboratorijas darbs vairāk ir tendēts uz daudzu robotu stacijas modelēšanu. Studentam ir nepieciešams modelēt slidošā konveijera darbību, pa kuru pārvietojas divi objekti. Robotam nepieciešams konstatēt momentu, kad kāds no objektiem nonāk tā darba zonā un tad veikt darbības uz slidošo objektu (2.6. att.).



2.6.att. Robota un konveijera līnijas sinhronizēta darbība.

Laboratorijas darbi nav limitēti un gadījumā, ja students izpilda visus laboratorijas darbus, tad ir iespējams pildīt papildus darbus. Korekcijas, jautājumi un rekomendācijas tiek iekļautas laboratorijas darbu aprakstu pilnveidošanai.

III. INDUSTRIĀLĀ ROBOTA LIETOJUMS ZINĀTNISKAJOS PĒTĪJUMOS

Zinātniskie pētījumi ir saistīti ar industriālā robota vadības uzdevumiem un to datoru realizācijām. Pats manipulators nesatur nekādu lēmuma pieņemšanas vai spriešanas metodiku, tāpēc viens no galvenajiem uzdevumiem ir dažādu adaptīvu un intelektuālu vadības metožu realizācija. Daļa no pētnieciskajiem uzdevumiem ir veltīti robota kalibrācijai un uzraudzības sistēmas izveidei. Pārsvārā visi uzdevumi tiek risināti studenta bakalaura un maģistra darba ietvaros.

A. Industriālo uzdevumu izpilde

Pirms robota nodošanas ekspluatācijā, svarīgi ir veikt tā kalibrēšanu, lai uzlabotu tā precizitāti un veiktspēju. Parasti robotizētā sistēma sastāv no vairākām komponentēm. Piemēram, manipulators, darba instruments, videokamera datorredzes realizācijai un citi tehniskie risinājumi. Pilna robotizētās stacijas kalibrēšana paredz visu šo atsevišķo komponentu kalibrēšanu un visas sistēmas vienotu saskaņošanu. Robota kalibrēšanu var veikt vairākos līmeņos. Izmantojot augsta līmeņa kalibrēšanas tehniku, var veikt pilna apjoma kalibrēšanu. Šādu iekārtu neesamības gadījumā ir jāveic manipulatora kinemātisko pāru manuāla kalibrēšana un

jāizpilda vairākas servisa funkcijas. Šī visu uzdevumu secība tika apkopota brošūrā, kas kalpo kā manipulatora uzstādīšanas un konfigurācijas instrukcija [2].

Veicot mācību procesu, ir jāievēro vispārējos un specifiskos darba drošības noteikumus. Galvenie ierobežojumi paredz to, ka cilvēks nedrīkst atrasties robota darba zonā, kad tiek veiktas manipulācijas ar robotu. Šim nolūkam tika izstrādāta aizsardzības sistēma, kas balstās uz gaismas jutīgu sensoru izmantošanu. Sensori veido noslēgtu ķēdi, kuru pārāujot (tiek laužts gaismas stars), automātiski tiek apstādināts manipulators. 3.1. attēlā ir redzama izstrādātā sensoru aizsardzības sistēma.



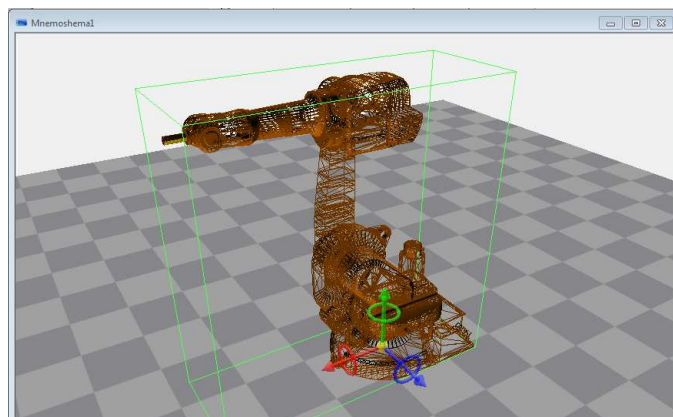
3.1.att. Industriālā robota aizsardzības sistēmas shematiskais attēlojums.

Robots tā industriālajā izpildījumā ir paredzēts metināšanas uzdevumu izpildei, jo tam ir raksturīga augsta precizitāte (līdz $\pm 0,05$ mm), bet, pielāgojot tā instrumentāriju, var veikt arī cita tipa uzdevumus. Piestiprinot un kalibrējot automātisko frēzi, ir iespējams robotu pārveidot par frēzes darbgaldu. Šo uzdevumu fiziska izpilde laboratorijā nav iespējama, jo auditorija ir paredzēta mācību procesam, bet ne industriālo uzdevumu veikšanai. Piemēram, klasē nav attiecīgas ventilācijas sistēmas, nav skaidu, putekļu savākšanas iekārtu, materiāla stiprināšanas karkasu un telpa satur uguns nedrošus elementus. Dotās laboratorijas ierobežojumu ietvaros tika veikta uzdevumu imitācija, izmantojot flomasteru, kas spēj attēlot apstrādes trajektorijas. Pielietojot RobotStudio paplašinājuma bibliotēku Machining PowerPac un CAD/CAM sistēmu RobotWorks, tika izstrādāta demonstrācija, kas attēlo frēzēšanas un detaļu apstrādes trajektorijas [3].

B. Vadības un uzraudzības programmas izstrāde

Manipulatoru un citu robotizēto risinājumu ieviešana industrijā nodrošina darba kvalitātes un apjoma pieaugumu. Parasti robotus ievieš gadījumos, ja personālam ir jāveic ļoti vienkārši un monotoni darbi, piemēram, materiāla padošana vai nostiprināšana. Cilvēka roku darbu aizvieto roboti arī gadījumos, ja darbam vajadzīga ļoti augsta precizitāte (lāzera griešana, mikroskopiskā lodēšana un citi) vai notiek darbība ar bīstamām vielām ķīmiski vai fiziski apgrūtinātā vidē (piemēram, apjomīgi pulverizatora tipa krāsošanas darbi, metalurģija un darbs ar radioaktīvām vielām). Robotizēto līniju ieviešana pie šādiem apstākļiem ļauj uzlabot ražošanu.

Tā kā industriālie roboti ir paredzēti nepārtrauktam darbam, tad būtiski ir veikt to darbības novērošanu, lai varētu veikt darbības korekcijas. Institūta zinātniskās darbības ietvaros ir izstrādātas industriālā robota uzraudzības un vadības sistēmas. Viens no galvenajiem uzraudzības uzdevumiem ir datu arhivēšana. Pielietojot datu bāzes, ir iespējams veidot arhīvu, kas kļūmju vai sistēmas nefunkcionēšanas gadījumā ļauj izgūt datus par notikumu un veikt servisa funkcijas. Pielietojot industriālo procesu vadības un uzraudzības sistēmas SCADA, tiek attēlots animēts robota 3D modelis un realizētas galvenās vadības funkcijas. 3D modeļa izveidei un attēlojumam tiek lietotas Google SketchUp un SolidWorks programmas, datu komunikācijai tiek pielietoti OPC standarti un kā SCADA sistēma tiek izmantota PcVue sistēma, kas iekļauj 3D grafikas paplašinājumu (3.12 att.) [4].

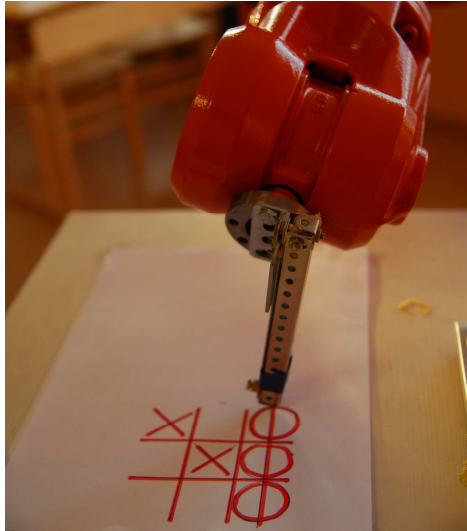


3.2. att. Robota 3D attēlojums SCADA sistēmā.

C. Adaptīva un intelektuāla vadības principa realizācija

Mūsdienās ir ļoti daudz un dažādu robotu. Sākot no vienkāršiem manipulatoriem, kas pārvietojas pa Dekarta koordinātām, un līdz pat galda tenisa un vijoli spēlētājiem robotiem. Neatņem arī robotu, kas veic dažādus spriešanas, lēmšanas uzdevumus un kas spēj atveidot cilvēka uzvedību un pat emocijas. Intelektuālās spēles ir viens no veidiem, kā realizēt dažādas spriešanas metodikas. Gadījumā, ja robots spēj pilnvērtīgi pieņemt lēmumu un rīkoties tā, kā būtu rīkojies cilvēks, tad var uzskatīt, ka robots spēj patstāvīgi pieņemt lēmumu. Viena no metodikām, kā šādu pieņēmumu apstiprināt, ir klasiskais Tjūringa tests [5].

Datorvadības sistēmu profesora grupas darbības ietvaros ir izstrādātas vairāku intelektuālu spēļu robota realizācijas. Galvenais mērķis šo intelektuālo spēļu izstrādei ir maksimāli intelektuālo metožu lietojums un pārbaude uz esošā industriālā robota. Papildus robots tiek apgādāts ar vidi uztverošiem sensoriem (kapacitatīvie, magnētiskie un fotosensori) un videokameru. Rezultātā ir izstrādātas tādas spēles kā TicTacToe jeb krustiņi un nullītes [6] (3.3. att), Sudoku [7], vārdu spēle jeb Scrabble [8] un dambrete [9].



3.3. att. Spēles TicTacToe spēlējošs robots.

Dambrete ir pēdējā izstrāde, kur spēles algoritms tiek balstīts uz min/max algoritmu. Robots, pielietojot videokameru, spēj noteikt, vai lietotājs ir veicis gājieni, un veikt atbilstošu pretgājieni. Intelektuālajā vadības programmā ir ieviesta arī kļūdu apstrāde, piemēram, ja lietotājs izdara nepareizu gājieni, tad robots neizpilda nākamo gājieni, līdz lietotājs nav izlabojis iepriekš veikto nepareizo gājieni. Izstrādātais dambreti spēlējošais robots ir lietojams arī reprezentatīvos nolūkos, un tika arī noorganizēta dambretes spēle starp robotu un fakultātes dekānu (3.4. att.).



3.4. att. Dambreti spēlējošs robots.

IV. NĀKOTNES PERSPEKTĪVAS

Galvenais uzdevums, kas ir jārealizē tuvākajā nākotnē, ir laboratorijas darbu tematikas paplašināšana. Nepieciešams izstrādāt jaunus praktiskos darbus dažādu robotu iecirkņu simulācijai. Šeit ir jāietver arī citus programmu risinājumus,

kā, piemēram, RobotWorks. Tā kā laboratorijā nav pieejams plašs industriālā instrumentārija loks, (metināšanas un krāsošanas rīki) un darba vide nav pielāgojama industriālo uzdevumu veikšanai, tad ir nepieciešamas apgūt industriālā robota programmēšanu, izmantojot CAD/CAM sistēmas un 3D modelēšanas programmas. Attīstot intelektuālos vadības principus, nepieciešams iekļaut jaunus lemšanas procedūras, kas balstās uz izplūdušo kopu loģiku, neironu tīkliem, ģenētiskajiem algoritmiem un citām metodikām. Viens no inženiertehniskajiem uzdevumiem ir izveidot robotam atbilstošu satvērēju, kas ļautu paplašināt robota darba funkcijas.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] RTU darbu uzsācis robots, [Online]. Available: <http://www.rtu.lv/content/view/2481/28/lang.lv/> [Accessed: Oct. 17, 20012].
- [2] Lebedeks D. Calibration and Positioning of Industrial Robot IRB1600, B. Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2011, p. 71
- [3] Berzins T. Solid Engineering Component Extraction and Processing by Using Industrial Robots and CAD/CAM, B. Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2011, p. 64
- [4] Erins M. Industrial Actuator Visualisation in SCADA Systems, B. Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2012, p. 81
- [5] Turing, A.M. Computing Machinery and Intelligence. Mind, 59, 1950, pp. 433-460.
- [6] Kovalovs K. Realization Possibilities of Principle of Intellectual Control in Industrial Robots Operation, Bachelor Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2010, p. 52
- [7] Kubilis R. Sudoku Playing Industrial Robot IRB1600, Bachelor Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2012, p. 68
- [8] Imuns I. Word Game Realization by Using Industrial Robot IRB 1600, Bachelor Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2012, p. 66
- [9] Kovalovs K. Implementation of Checkers Game with Industrial Robot, Master Thesis, Riga Technical University, Riga, Latvia, 2012, p. 60

Ivars Karpics holds the degree of Doctor of Computer Sciences (Riga Technical University, 2012). Research interests include complex system topological modelling, development of methods for recovery tasks and foundation of intellectual computer systems. The position includes primary scientific research, teaching and laboratory work supervision within the framework of the courses in industrial control systems and robotics at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology, the Institute of Computer Control, Automation and Computer Engineering.

He was the European Social Fund scholarship holder from September 2009 till August 2012.

Address: Meza Str. 1/3-333, Riga, LV-1048, Latvia

E-mail: Ivars.Karpics@rtu.lv

Zigurds Markovics, Dr.hab.sc.ing., Professor (1993) at Riga Technical University, the Faculty of Computer Science and Information Technology, the Institute of Computer Control, Automation and Computer Engineering.

He has 148 scientific publications.

Research interests: computer control systems, artificial intelligence systems, robotics.

He is a Member of the Latvian Association of Professors and the Latvian Association of Scientists.

Address: Meza Str. 1/4, Riga, LV-1007, Latvia.

E-mail: Zigurds.Markovics@rtu.lv

Ivars Karpics, Zigurds Markovics. The Experience of Riga Technical University in the Industrial Robot Application in Training and Research

This article provides a survey, which describes the knowledge of the Faculty of Computer Science and Information Technology (Riga Technical University) in the field of industrial robotics. The article is structured as follows: first, the training process is introduced and then research is provided. To describe the teaching methods, an overview of the given study courses is given. All study courses include mainly the practical assignments and exercises. Each student obtains basic skills, which can be used to model industrial robot station and program it for a particular industrial task (welding, painting, palletizing and other tasks performed in manufacturing). Research results are based on the applications developed by the academic staff, undergraduate and graduate students. In their theses, students

develop industrial robot control algorithms for tasks, which require intelligence. For example, a robot station, which plays checkers with a person, has recently been developed and become widely popular. At the end of the article, goals and directions for further research are pointed out.

Иварс Карпичс, Зигурд Маркович. Опыт применения индустриального робота в Рижском техническом университете в обучении и научной деятельности

В данной статье рассмотрен опыт, знания и результаты факультета компьютерных наук и информационных технологий Рижского технического университета по применению индустриального робота в научных исследованиях и учебном процессе. Статья составлена как обзор достигнутых на данный момент результатов в учебном процессе и научной деятельности. Дана информация о созданных учебных предметах и их тематике. Дан обзор педагогических методов о том, каким образом организовано обучение про индустриальных роботов и индустриальные системы управления. Рассмотрены главные лабораторные работы которые предусмотрены программы магистратуры и бакалавратуры для студентов. Лабораторные работы дают представление об управлении и программировании индустриального робота. При успешном выполнении данных работ, студент способен самостоятельно создать компьютерную модель роботизированной системы, и произвести её программирование и симуляцию. Результаты в научных исследованиях основаны на приложениях, разработанных академическим персоналом, и заключительных работах, созданных студентами магистратуры и бакалавратуры. Дано описание теоретического обоснования и технической реализации для актуальных достигнутых результатов, которые дополняются и развиваются. В качестве главных достижений преподнесены результаты по реализации интеллектуальных систем управления. В рамках научной деятельности разработаны различные игровые алгоритмы управления, последние успехи в которых связаны с приспособлением индустриального робота для игры в шашки.

В заключении статьи выдвинуты цели и задания, которые необходимо реализовать в дальнейшем для достижения более высоких результатов в педагогике и науке. Поставлены цели расширить содержание практических работ, увеличить запас теоретических знаний, провести новые исследования по реализации адаптивного и интеллектуального управления. Также важно сохранение существующих и создание новых контактов с другими университетами для обеспечения мобильности студентов и учебного персонала.