



PALETIZAČNO – MONTÁŽNE PRACOVISKO S VIZUÁLNYM SYSTÉMOM OMRON F150-3

PALLETIZATION – ASSEMBLY WORKPLACE WITH VISION SYSTEM OMRON F150-3

Vladimír BALÁŽ – Marek VAGAŠ – Ján SEMJON - Rudolf RUSNÁK

Abstract: The article describes workstation recognition undirected objects. The workstation is equipped robot Scara Yamaha YK600X, which is used for handling and palletizing of parts. Recognition component is used CCTV Omron F150-3. Workstation transport system consists of two vibration trays, vibration conveyor and two belt conveyors. Control workstation is built on the base PLC.

Abstrakt: Článok popisuje pracovisko pre rozpoznávanie neorientovaných objektov. Pracovisko je osadené robotom typu Scara Yamaha YK600X, ktorý slúži na manipuláciu a paletizáciu so súčiastkami. Na rozpoznávanie súčiastok sa využíva kamerový systém Omron F150-3. Dopravný systém pracoviska je tvorený dvoma vibračnými zásobníkmi, vibračným dopravníkom a dvoma pásovými dopravníkmi. Riadenie pracoviska je postavené na báze PLC.

Keywords: Control, visual system robot

Kľúčové slová: Riadenie, vizuálny systém, robot

Úvod

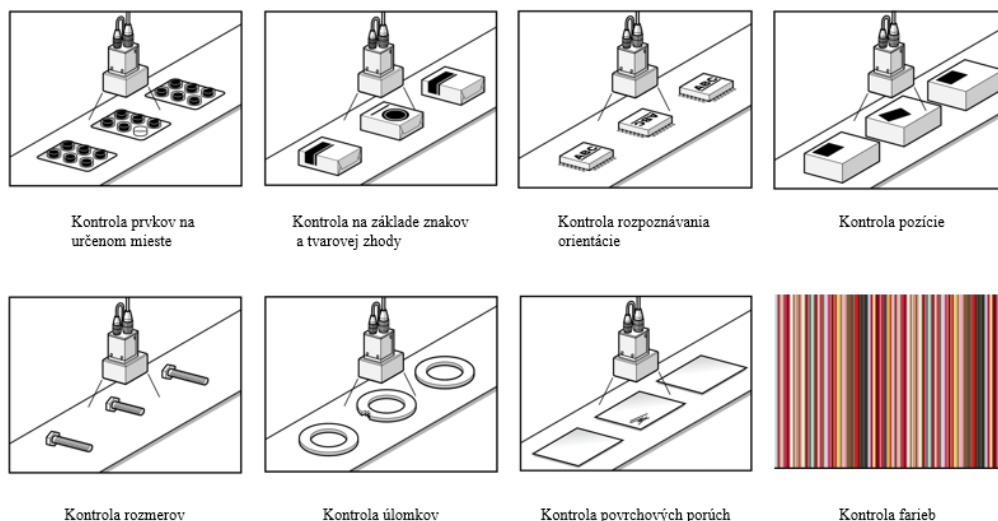
V súčasnej dobe zvyšovanie inteligencie paletizačno – montážnych robotických buniek je rýchlo napredujúcou oblasťou v rámci zvyšovania efektívnosti paletizačno – montážnych buniek. Zvyšovanie inteligencie je potrebné dosiahnuť preto, aby bola bunka schopná sama sa rozhodovať na základe údajov získaných z rôznych zariadení snímajúcich priebeh procesu v bunke. V prípade nepravidelného usporiadania objektov na palete nám nastáva situácia, kedy nie je možné využiť pevný program a sieťové rozmiestnenie. V takomto prípade je vhodné na rozlišovanie objektov uložených na palete a zisťovanie ich orientácie použiť CCD kameru.

Typická priemyselná kamera sníma a prenáša snímky prostredníctvom štandardnej kamerovej zbernice, ako je Camera Link alebo IEEE 1394, do pripojeného PC, alebo do systémov na spracovanie obrazu, ktoré snímky vyhodnocujú, aby z nich získali užitočné informácie. Inteligentné kamery tento proces zjednodušujú, pretože k analýze obrazu dochádza priamo v kamere. Ich jadro tvorí procesor, na ktorom funguje kompletný set algoritmov na videnie. Obrazový senzor použitý v inteligentných kamerách je veľmi kvalitný senzor typu CCD, ktorý môže snímať monochromatické obrazy v rozlíšení VGA (640 x 480) rýchlosťou až 60 snímok za sekundu. Senzor CCD produkuje ostré snímky, čo zvyšuje presnosť algoritmov, ako je detekcia hrán a rozpoznávanie vzorov. Inteligentná kamera podáva riadiacemu systému potrebné informácie o objektoch a ten následne vyšle signál robotu (manipulátoru) pre správne uchopenie objektu.



Kamerové systémy využívané v robotických aplikáciách

Pre aplikáciu počítačového videnia v automatizácii a priemyselnej výrobe sa ujalo spojenie strojové videnie. S pokrokom na poli polovodičovej techniky a mikroprocesorov sa cena kamerových senzorov znížila, čo umožnilo väčšiu penetráciu týchto zariadení v podnikoch a celkovo v oblasti priemyselnej automatizácie. Pomer cena kamerového systému verzus dosiahnutý kvalitatívny prínos vo výrobe sa postupom času vyrovnával, na trh prichádzali nové technológie, rýchlejšie procesory pre spracovanie toku obrazových informácií s vyšším výpočtovým výkonom, väčšou pamäťou a v dnešnej dobe už možno skonštatovať, že kamerové systémy sú štandardnou súčasťou každej väčšej priemyselnej prevádzky. Pri veľkosériových výrobách, kde sa uplatňuje tzv. totálna kontrola (TQM) každého jednotlivého vyprodukovaného kusa výrobku sú inšpekčné vizuálne systémy jednoducho nenahraditeľné. V priemysle sa vo všeobecnosti najčastejšie využívajú kamery pre kontrolu kvality výrobkov. Kontrola je vykonávaná pomocou komparácie tvarov a geometrických charakteristík vyrobených súčiastok s etalónovými súčiastkami. Tie sa do pamäte kamerového systému vkladajú niekedy už v priebehu kalibrácie kamier. Niektoré aplikácie kamerového systému môžeme vidieť na obr.1.



Obr. 1 Aplikácie kamerového systému

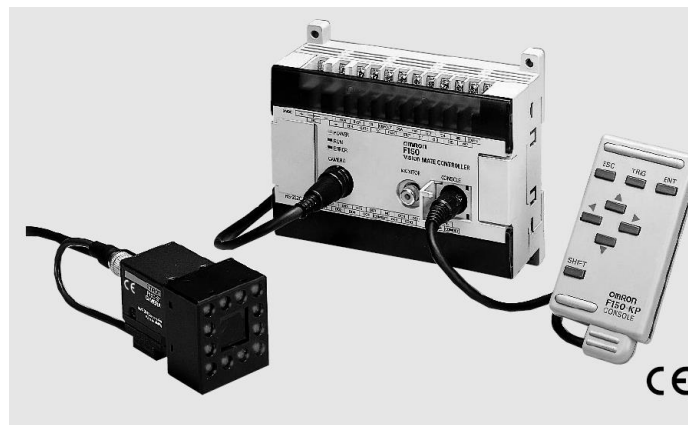
Ďalšou aplikáciou kamier v priemysle je kontrola priebehu technologických procesov. Patrí tu napr. kontinuálna kontrola strojového zvarovania pomocou špeciálnych kamier. Táto kontrola sa vykonáva ešte v priebehu zvarovania a umožňuje „real-time“ korekciu zvaracích nastavení stroja, ktorý zvarovanie vykonáva, čím sa dosiahne optimálne nastavenie zvaru po celej dĺžke. Nepochybne progresívnym trendom nasadenia kamerových systémov v priemysle (aj laserových skenerov) je možnosť nasnímania objektov rozličných tvarov a veľkostí a ich importovanie do CAD systémov s použitím špeciálneho softvéru, ktorý prevedie zaznamenaný objekt do kompatibilného 3D modelu. Najzložitejším prvkom takéhoto systému je nepochybne programové vybavenie, ktoré konverziu realizuje a veľmi dôležité je aj jeho prepojenie so samotným skenovacím zariadením a jeho pohybujúcimi sa časťami, tak aby došlo k nasnímaniu objektu z rôznych strán a uhlov. Rekonštrukcia skenovaných predmetov a prepočet súradníc v rámci CAD systémov sa uskutoční až po nasnímaní dostatočného počtu pohľadov.



Identifikácia a navigácia optimálnych dráh akčných členov priemyselných či mobilných robotov je ďalšou rozsiahlou oblasťou, kde nachádzajú svoje uplatnenie kamerové systémy v priemyselnej výrobe. Tieto systémy majú za úlohu vyhľadať najvhodnejšie trajektórie pohybov robotov a predchádzať kolíznym stavom s inými objektmi, tak aby sa v dynamicky meniacom okolí robotov vybavených kamerami zabezpečila plynulá prevádzka, skrátili výrobné časy a predišlo nežiadúcim udalostiam. Vizualne systémy sa často využívajú so systémami manipulácie, s materiálom a s robotmi pre obecné riadenie zoraďovania a tiež výber i ukladanie. Navádzanie robotov so systémom videnia poskytuje riešenia pre automatizáciu priemyselných procesov, v ktorých sa zvyšuje výrobný výkon, znižuje obvyklá doba výroby, šetrí peniazmi a následne zvyšuje celková produkcia.

Kamerový systém Omron F150-3 (2D)

Pre koncepčný návrh paletizačno – montážnej bunky je možné použiť inšpekčný kamerový systém OMRON F150-3, ktorý pozostáva z kamery a vyhodnocovacej jednotky. Objektív kamery je zabudovaný a disponuje aj pasívnym osvetlením. Okolo objektívu kamery je umiestnený prstenec červených LED diód, ktorý tvorí pasívny zdroj osvetlenia a slúži na osvetlenie scény s nastaviteľnou intenzitou osvetlenia. Synchronizácia merania je vykonávaná prostredníctvom vstupných a výstupných binárnych liniek, ktoré sú spájané s riadiacim systémom prostredníctvom komunikačného portu RS 232/422. Na obr. 2 je znázornený inšpekčný kamerový systém OMRON F150-3.



Obr. 2 Inšpekčný kamerový systém Omron F150-3

Vizuálny systém pojme 35 obrázkov, ktoré sa následne používajú ako vzory pre rozpoznávanie. Jeden obrázok je uložený ako vzor a 34 ako možné poruchy. Systém následne porovnáva reálnu scénu a uložené vzory a vyhodnocuje mieru zhody. Slot pre štandardnú prenosnú Flash pamäť je súčasťou systému, na ktorú je možné uložiť obrazové vzory, obrázky z nastavení, ale aj reálne scény. Výstupný systém na obrazovke zobrazuje aj používateľské správy. Systém defektoskopie pravouhlej oblasti je automatický a prispôsobuje sa meraným objektom. Systém prispôsobuje meraciu oblasť pri meniacich sa polohách snímaných objektov, čo ovplyvňuje rýchlosť vyhodnocovania. Pootočený objekt je vyhľadávaný pomocou rotácie od 0 do 360 stupňov s udaním pozície a uhla pootočenia. Metóda merania vzdialenosti dvoch hrán sa používa na určenie dĺžky alebo šírky objektu.



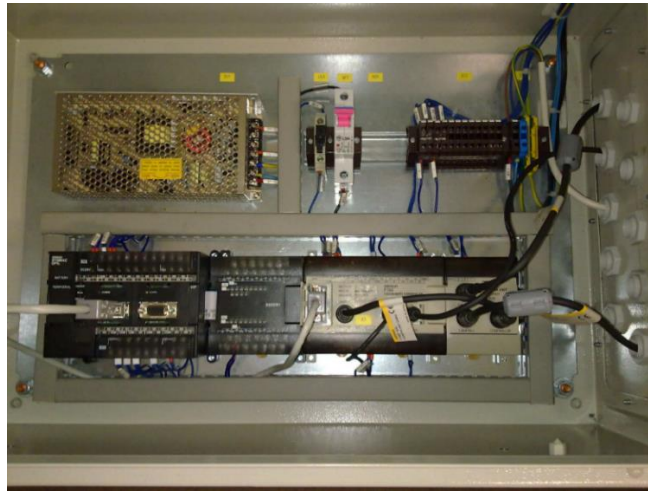
Kamerový systém OMRON F150 – 3 sa skladá z nasledovných komponentov:

- Dve kamery F150- S1, F150-S1A, 35mm objektív
- Konzola F150- KP, ovládacia jednotka kamerového systému
- Základná kontrolná a riadiaca jednotka F150-C10E-3,
- LCD monitor F150- M05L
- Komunikačné rozhrania CompoBus/D, RS-232C
- Zdroj napájania a príslušná kabeláž (F150- VS)
- Osobný počítač prepojený cez sériový kanál na riadiacu jednotku
- F150-A20, jednotka, ktorá umožňuje pripojiť dve kamery

Parametre základnej a kontrolnej jednotky F150-C10E-3 (špecifiká a funkcie), Obr.3:

- Počet pripojiteľných kamier – 1 až 2 (pri používaní F150 – A20).
- Počet pixlov – 512(H) x 484 (V).
- Počet snímok – 16 (možnosť zálohovania do osobného počítača cez sériový kanál RS-232C).
- Funkcia ukladania obrazu – max. 23 uložených snímok.
- Metóda spracovania obrazu – Gray/Binary.
- Filtrovanie obrazu – vyhladenie, zvýraznenie hrán, extrakcia hrán, potlačenie pozadia.
- Počet binárnych úrovní – 256 úrovní na jednu oblasť.
- Počet meracích oblastí – 16 oblastí/snímka.
- Meranie údajov – binárne ťažisko a plocha, uhol osi , korelačná hodnota, hľadanie pozície, pozícia hrán, hľadanie chýb, hustota priemerovania, stúpanie hrán.
- Funkcie dátových operácií – aritmetický výpočet, vzdialenosť, uhol, max/min hodnota, absolútna hodnota, atď.
- Výsledky výstupov – celkový výsledok, výsledok merania/ jednotlivkej oblasti (výstup môže byť prepojený paralelne cez sériový kanál RS-232C).
- Prepojenie monitora – 1 kanál (kompatibilný nie len s monitorom).
- Prepojenie RS -232C – 1 kanál.
- Počet paralelných vstupov/výstupov (I/O) – 11 vstupov/21výstupov (vrátane kontroly I/O bodov).
- Typy I/O – NPN,PNP.
- Napájacie napätie – 20,4-26,4 VDC (vrátane zvlhnenia).
- Spotreba prúdu – 0.5A (približne).
- Ohnisková vzdialenosť šošoviek v namontovanom objektíve: 35 mm.

Pri aplikovaní inteligentného zdroja svetla kvôli rovnomernému osvetleniu meracej scény s cieľovým objektom merania je možné kamerou F150 - SLC50 zachytiť predmet menší, než 50 x 50 mm zo vzdialenosti 16.5 až 26.5 mm. Ak sa koncový užívateľ kamerového systému rozhodne namiesto inteligentného zdroja svetla nasadiť obyčajný prídavný zdroj svetla, tak pri kamere typu F150 – SL50A dokáže v zornom poli kamery zaznamenať objekt rovnakých rozmerov (< 50 x 50 mm), ale už z väčšej vzdialenosti (cca. 66 až 76 mm). Pole záberu kamier F150-S1A s 35 mm šošovkami bez medzi-člena vo vzdialenosti cca. 600 mm až 3000 mm od objektu manipulácie sa pohybuje od 50 x 50 do 300 x 300 mm. [2][3]



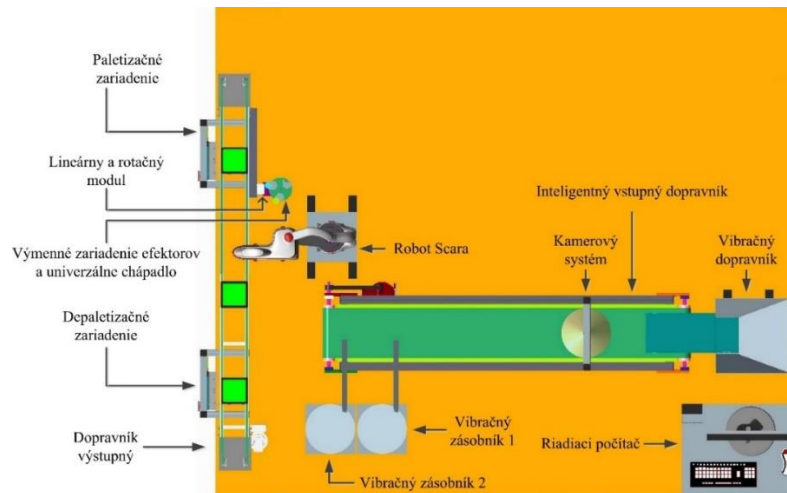
Obr. 3 Riadiaca jednotka kamerového systému F150-C10E-3

Pracovisko inteligentnej manipulácie s neorientovanými objektami

Robotický systém s kamerou Omron F150 je budovaný v rámci projektu MIA, kde sa má realizovať pracovisko pre laboratórne skúšky s robotom SCARA pre manipuláciu s 3D neorientovanými objektmi vybaveného vizuálnym kamerovým systémom. Pôdorys automatizovaného pracoviska MIA je na Obr.4.

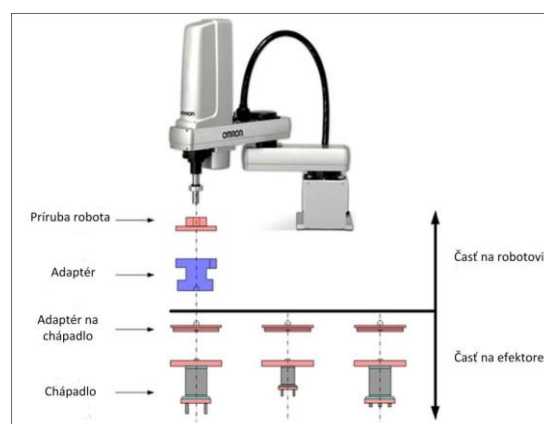
Komponenty pracoviska:

- Robot typu SCARA – priemyselný robot.
- Výmenné zariadenie efektorov – automatické zariadenie umožňuje plynulú výmenu efektorov podľa požiadaviek riadiaceho systému, obr.5.
- Inteligentný vstupný dopravník – dopravník, ktorý vykonáva prepravu polotovarov, paliet alebo hotových výrobkov.
- Výstupný dopravník – dopravník, ktorý vykonáva prepravu paliet, polotovarov alebo hotových výrobkov.
- Vibračný dopravník – vibračný dopravník na dopravovanie materiálu.
- Vibračný zásobník – slúži na uskladnenie a orientáciu súčiastok do požadovanej polohy.
- Vibračný zásobník – slúži na uskladnenie a orientáciu súčiastok do požadovanej polohy.
- Paletizačné zariadenie – zariadenie schopné paletizovať palety podľa požiadaviek.
- Depaletizačné zariadenie – zariadenie schopné depaletizovať palety podľa požiadaviek.
- Rotačné moduly – modul použiteľný pre stavbu modulárneho zariadenia.
- Lineárne moduly – modul použiteľný pre stavbu modulárneho zariadenia.
- Riadiace PLC – riadiaci systém hornej úrovne riadenia obsluhujúci periférne zariadenia robota, pričom je schopný komunikovať s podriadenými riadiacimi systémami.



Obr. 4 Pôdorys automatizovaného pracoviska MIA

- Dotykový displej – zariadenie slúžiace na ovládanie a zobrazenie informácií o vykonávanom procese.
- Rotačný aktuátor – aktuátor(pohon) slúžiaci na tvorbu modulárnych zariadení.
- Notebook – výkonný notebook pre programovanie manipulačného zariadenia
- Riadiaci počítač – PC – riadiaci počítač pre vrchné riadenie robotickej bunky a obsluhu periférnych zariadení.
- Výkonný počítač – PC – výkonný počítač pre on-line a offline ovládanie robota a programovanie.
- Univerzálne chápadlo – univerzálne chápadlo pre chápadlo pre manipuláciu so súčiastkami.
- Kamera systém – systém strojového videnia pre robot .

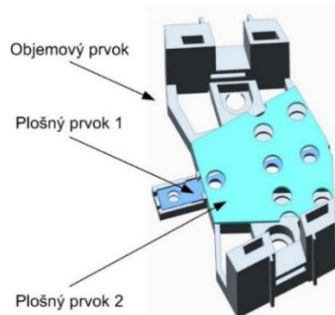


Obr. 5 Systém automatickej výmeny efektorov

Na stojane nad pásovým vstupným dopravníkom dopravujúcim objemové dielce sa nachádzajú kamery, ktorých zorné pole pokrýva celú šírku dopravníka. Objekty manipulácie, ktorými manipuluje robot SCARA sú celkovo tri. Predstaviteľom objemového prvku je plastový výlisok určený pre zabudovanie do elektrického stenového vypínača s napájaním na



230 V. Plošné prvky tvoriace zostavu vypínača, prichádzajúce na pracovisko z vibračných zásobníkov sú vyrobené z ocele hrúbky 1 a 0.7 mm. Celková zostava zloženého vypínača bez spojovacieho materiálu je zobrazená na Obr.6. [9][10]



Obr.6 Zostava montovaného vypínača

Reálne pracovisko je osadené robotom SCARA Yamaha YK600X s riadiacim systémom QRCX a kamerovým systémom Omron F150-3, Obr.7. Riadenie celého pracoviska zabezpečujú dva PLC jednotky typu Omron CP1H a CP1E. Prepojenie kamerového systému s riadiacim PLC CP1H zabezpečuje cez RS232C PLC CP1L. Ovládacia jednotka je realizovaná dotykovým panelom, kde si môžeme vybrať z dvoch režimov – manuálny a automatický. Prísun paliet je riešený pomocou výstupného dopravníka s paletizačnou a depaletizačnou jednotkou ktoré sú poháňané krokovými motormi. Jednotlivé komponenty montáže sú umiestnené v dvoch vibračných zásobníkoch a jednom vibračnom dopravníku. Komponenty z vibračných zásobníkov sú odoberané robotom z pevných pozícií. Komponenty z vibračného dopravníka sú premiestnené na pás vstupného dopravníka, ktorým sú dopravované pod kamery, kde sú zosnímané ich polohy. Tie sú predávané do riadiaceho systému pracoviska (PLC CP1H) , ktorý vydáva povely pre riadiaci systém robota QRCX. Robot dostane súradnice komponentov na vstupnom dopravníku a presunie sa do požadovaných polôh, kde vykoná uchopenie súčiastky a následne ju uloží na paletu. Paletizačný a depaletizačný systém zabezpečujú prísun prázdnych paliet a odsun plných paliet. Pracovisko je vybavené výmenným systémom efektorov v prípade, že dôjde k zmene komponentov na pracovisku. [1][2][5]



Obr.7 Pracovisko s robotom Scara a kamerovým systémom Omron F150-3



Záver

Pracovisko bude slúžiť na overovanie algoritmov na rozpoznávanie neorientovaných 3D objektov pre študentov a pri riešení projektov. V spolupráci s robotom Yamaha YK600X je možné vykonávať procesy montáže, paletizácie a depaletizácie. Zariadenie pre výmenu efektorov rozširuje možnosti aplikácie pre nové komponenty.

Použitá literatúra

- [1] BRYAN, A.: Co-evolution of product families and assembly systems, The University of Michigan 2008
- [2] CORKE Peter: Visual Control of Robots. Dostupné na Internete: <http://www.petercorke.com/bluebook/book.pdf>
- [3] De Xu: Embedded Visual system and Its Applications on Robots, ISBN 978-1-60805-310-0
- [4] DOBEŠ, Michal: Zpracování obrazu a algoritmy c C#. Praha : BEN-technická literatura, 2008, 144 s. ISBN 978-80-7300-233-6.
- [5] HAJDUK, M.: Pružné výrobné bunky, Vienaľa Košice, 1998, ISBN 80 – 7099 – 387 – 1
- [6] KOVÁČ, J., SVOBODA, M., LÍŠKA, O.: Automatizovaná a pružná montáž, Vienaľa Košice, 2000, ISBN 80 – 7099 – 504 – 1
- [7] MICHELINI, R., ACACCIA, G., CALLEGARI, M., MOLFINO, R., RAZZOLI, R.: Computer-Integrated Assembly for Cost Effective Developments, CRC Press LLC/Lewis Publishers, BOCA RATON, USA, 2001, ISBN/ISSN 0 – 8493 – 0994 – 8
- [8] SUKOP M., HAJDUK M., BALÁŽ V., SEMJON J., VAGAŠ M.: Increasing degree of automation of production systems based on intelligent manipulation, 2011. In: Acta Mechanica Slovaca. Roč. 15, č. 4 (2011), s. 58-63. - ISSN 1335-2393
- [9] VAGAŠ M., SUKOP M.: Architecture of robot with emphasis to 3D vision system - 2012. In: Transfer inovácií. Č. 23 (2012), s. 169-172. - ISSN 1337-7094 Spôsob prístupu: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/23-2012/pdf/169-172.pdf...>
- [10] VAGAŠ M., SEMJON J.: Design of Robotized Workplace for Verification of Selected Types of Algorithms and Methods for Randomly Oriented Objects - 2015. In: Applied Mechanics and Materials : Theory and practice of industrial and production engineering. Vol. 791 (2015), p. 195-200. - ISBN 978-3-03835-597-7 - ISSN 1662-7482 Spôsob prístupu: www.scientific.net...

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: „Aplikovaný výskum systémov inteligentnej manipulácie priemyselných robotov s neorientovanými 3D objektmi“, kód ITMS: 26220220164, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a projektu „Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť“, kód ITMS 2611020086, spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

Kontakt

Ing. Vladimír Baláž, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra robotiky,

Park Komenského 8, 040 01 Košice, Slovensko

e-mail: Vladimir.balaz@tuke.sk