

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-17-0214**  
**Kolaboratívny robot pre použitie v laboratóriu**

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Peter Hubinský, PhD.**  
Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav robotiky a kybernetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Prihláška úžitkového vzoru je v procese prípravy. Pravdepodobne sa podajú 2 rôzne prihlášky. Prvá bude pokrývať prípad interakcie človek-robot pri manipulácii s predmetmi uloženými na horizontálne orientovanej ploche. Druhá prihláška bude riešiť alternatívny scenár pre prípad audiovizuálnej prezentácie na vertikálnej projekčnej ploche, kedy prednášajúci nemusí držať v ruke prezentér so vstavaným laserovým ukazovátkom a prehadzovanie snímok aj ukazovanie na časti premietanej plochy sa budú realizovať pohybmi a gestami pravej ruky resp. oboch rúk.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

AAB Vedecké monografie vydané v domácich vydavateľstvách

AAB01 TÖLGYESSY, Michal - HUBINSKÝ, Peter. Metódy na riadenie mobilných robotických systémov pomocou gest. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2018. 105 s. ISBN 978-80-227-4789-9.

ADC Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch

ADC01 TÖLGYESSY, Michal - DEKAN, Martin - CHOVANEC, Ľuboš - HUBINSKÝ, Peter. Evaluation of the Azure Kinect and its comparison to Kinect V1 and Kinect V2. In Sensors. Vol. 21, iss. 2 (2021), Art. no. 413 [25] s. ISSN 1424-8220 (2019: 3.275 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.653 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000611711900001 ; WOS: 000611711900001 ; DOI: 10.3390/s21020413.

Ohlasy:

1. BAHNSEN, Chris H. - JOHANSEN, Anders S. - PHILIPSEN, Mark P. - HENRIKSEN, Jesper W. - NASROLLAHI, Kamal - MOESLUND, Thomas B. 3D Sensors for Sewer Inspection: A Quantitative Review and Analysis. In Sensors, 2021, vol. 21, no. 7, Registrované v: WOS, CC, SCOPUS
2. MANGAL, Naveen Kumar - TIWARI, Anil Kumar. A review of the evolution of scientific

- literature on technology-assisted approaches using RGB-D sensors for musculoskeletal health monitoring. In COMPUTERS IN BIOLOGY AND MEDICINE, 2021, vol. 132, no., ISSN 0010-4825., Registrované v: WOS, CC, SCOPUS
3. UHLAR, Adam - AMBRUS, Mira - KEKESI, Marton - FODOR, Eszter - GRAND, Laszlo - SZATHMARY, Gergely - RACZ, Kristof - LACZA, Zsombor. Kinect Azure-Based Accurate Measurement of Dynamic Valgus Position of the Knee-A Corrigible Predisposing Factor of Osteoarthritis. In APPLIED SCIENCES-BASEL, 2021, vol. 11, no. 12, Registrované v: WOS, CC, SCOPUS
4. TENG, Xiaowen - ZHOU, Guangsheng - WU, Yuxuan - HUANG, Chenglong - XU, Shengyong. (2021). Three-Dimensional Reconstruction Method of Rapeseed Plants in the Whole Growth Period Using RGB-D Camera. Sensors. 21. 4628. 10.3390/s21144628. Registrované v: WOS, CC, SCOPUS
5. SHAIKH, Muhammad & CHAI, Douglas. (2021). RGB-D Data-Based Action Recognition: A Review. Sensors. 21. 4246. 10.3390/s21124246. Registrované v: WOS, CC, SCOPUS
6. TU, Li-fen & PENG, Qi. (2021). Method of Using RealSense Camera to Estimate the Depth Map of Any Monocular Camera. Journal of Electrical and Computer Engineering. 2021. 1-9. 10.1155/2021/9152035. Registrované v: WOS, SCOPUS
- ADC02 TÖLGYESSY, Michal - DEKAN, Martin - CHOVANEC, Ľuboš. Skeleton tracking accuracy and precision evaluation of Kinect V1, Kinect V2, and the Azure Kinect. In Applied Sciences. Vol. 11, iss. 12 (2021), Art. no. [21] s. ISSN 2076-3417 (2019: 2.474 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.418 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/app11125756.
- ADC03 VACHÁLEK, Ján - ŠIŠMIŠOVÁ, Dana - VAŠEK, Pavol - FIŤKA, Ivan - SLOVÁK, Juraj - ŠIMOVEC, Matej. Design and implementation of universal cyber-physical model for testing logistic control algorithms of production line's digital twin by using color sensor. In Sensors. Vol. 21, iss. 5 (2021), s. 1842. ISSN 1424-8220 (2019: 3.275 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.653 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000628561500001 ; WOS: 000628561500001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85101983179.
- ADC04 VACHÁLEK, Ján - ŠIŠMIŠOVÁ, Dana - VAŠEK, Pavol - RYBÁŘ, Jan - SLOVÁK, Juraj - ŠIMOVEC, Matej. Intelligent dynamic identification technique of industrial products in a robotic workplace. In Sensors. Vol. 21, iss. 5 (2021), s. 1797. ISSN 1424-8220 (2019: 3.275 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.653 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000628542400001 ; WOS: 000628542400001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85101964444.
- ADC05 SLOVÁK, Juraj - MELICHER, Markus - ŠIMOVEC, Matej - VACHÁLEK, Ján. Vision and RTLS safety implementation in an experimental human-robot collaboration scenario. In Sensors. Vol. 21, iss. 7 (2021), s. 2419. ISSN 1424-8220 (2019: 3.275 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.653 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: CC: 000638856200001 ; WOS: 000638856200001 ; SCOPUS: 2-s2.0-85103327525.
- ADE Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch
- ADE01 JURÍŠICA, Ladislav - DUCHOŇ, František - DEKAN, Martin - BABINEC, Andrej - SOJKA, Adam. Concepts of teleoperated robots. In International Journal of Robotics and Automation Technology. Vol. 5, (2018), s. 7-13. ISSN 2409-9694. V databáze: DOI: 10.15377/2409-9694.2018.05.2.
- ADE02 DOBIŠ, Michal - DEKAN, Martin - DUCHOŇ, František - BEŇO, Peter - KOHÚT, Miroslav. A Comparison of Motion Planners for Robotic Arms. In Control Engineering and Applied Informatics (CEAI), Vol.23, No.2, s. 87-94, 2021. ISSN 1454-8658
- ADF Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch
- ADF01 BAKYTA, Patrik - DUCHOŇ, František - VOJS, Marian - CHOVANEC, Ľuboš - BABINEC, Andrej. Roboty majú využitie aj v laboratóriách (1). In ATP Journal. Roč. 27, č. 4 (2020), s. 46-48. ISSN 1335-2237.
- ADF02 BAKYTA, Patrik - DUCHOŇ, František - VOJS, Marian - CHOVANEC, Ľuboš - BABINEC, Andrej. Roboty majú využitie aj v laboratóriách (2). In ATP Journal. Roč. 27, č. 5 (2020), s. 52-54. ISSN 1335-2237.
- ADF03 STANKO, Jaromír - RODINA, Jozef - HUBINSKÝ, Peter. Inteligentný menič so vstavanými PLC pre BVDC motory. In ATP Journal plus : Výskum v kybernetike na FEI STU v Bratislave. č. 2 (2019), s. 41-44. ISSN 1336-5010.
- ADM Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS
- ADM01 SAVKIV, Volodymyr - MYKHAILYSHYN, Roman - MARUSCHAK, Pavlo -

KYRYLOVYCH, Valerii - DUCHOŇ, František - CHOVANEC, Ľuboš. Gripping devices of industrial robots for manipulating offset dish antenna billets and controlling their shape. In Transport. Vol. 36, Iss. 1 (2021), s. 63-74. ISSN 1648-4142 (2019: 1.053 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.395 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3846/transport.2021.14622 ; WOS: 000635589800003 ; SCOPUS: 2-s2.0-85103601937.

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

AFC01 MYKHAILYSHYN, Roman - SAVKIV, Volodymyr - DUCHOŇ, František - CHOVANEC, Ľuboš. Experimental investigations of the dynamics of contactless transportation by bernoulli grippers. In Methods and Systems of Navigation and Motion Control 2020 : 6th International Conference. Kyiv, Ukraine. October 20-23, 2020. Danvers : IEEE, 2020, S. 97-100. ISBN 978-1-7281-8135-6. V databáze: IEEE: 9255521 ; WOS: 000612233900022 ; DOI: 10.1109/MSNMC50359.2020.9255521 ; SCOPUS: 2-s2.0-85097641441.

AFC02 TAKÁCS, Gergely - MIHALÍK, Jakub - MIKULÁŠ, Erik - GULAN, Martin. MagnetoShield: prototype of a low-cost magnetic levitation device for control education. In EDUCON 2020 – IEEE Global Engineering Education Conference, Porto, Portugal [elektronický zdroj] : Conference proceedings. 1. vyd. Piscataway : IEEE, 2020, S. 1516-1525, CD ROM. ISBN 978-1-7281-0930-5.

Ohlasy:

1. HUBA, Mikuláš - BISTÁK, Pavol. PocketLab: Next step to Learning, Experimenting and Discovering in Covid Time. In ICETA 2020 18th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings, 2020-11-12, s. 182-186., Registrované v: SCOPUS

2. PUJOL-VAZQUEZ, Gisela - VARGAS, Alessandro N. - MOBAYEN, Saleh - ACHO, Leonardo. Semi-Active Magnetic Levitation System for Education. In APPLIED SCIENCES-BASEL, 2021, vol. 11, no. 12, Registrované v: WOS, SCOPUS

AFC03 TAKÁCS, Gergely - MIKULÁŠ, Erik - VRÍČAN, Martin - GULAN, Martin. Current-saving sampling for the embedded implementation of positive position feedback. In Proceedings of 2020 International Congress on Noise Control Engineering [elektronický zdroj]. 1. vyd. Soul : Korean Society of Noise and Vibration Engineering, 2020, S. 1-11, online. ISSN 0105-175X. ISBN 978-89-94021-36-2. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85101412875.

AFC04 TAKÁCS, Gergely - MIKULÁŠ, Erik - VARGOVÁ, Anna - KONKOLY, Tibor - ŠÍMA, Patrik - VADOVIČ, Lukáš - BÍRO, Matúš - MICHAL, Marko - ŠIMOVEC, Matej - GULAN, Martin. BOBShield: An Open-Source Miniature "Ball and Beam" Device for Control Engineering Education. In Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference EDUCON 2021. 1. vyd. Piscataway: IEEE, 2021, s. 1155 - 1161. ISBN 978-1-7281-8479-1.

AFC05 TÖLGYESSY, Michal - DEKAN, Martin - HUBINSKÝ, Peter. Human-robot interaction using pointing gestures. In ISCSIC 2018 : 2nd International symposium on computer science and intelligent control. Stockholm, Sweden. September 21-23, 2018. New York: Assoc. Computing Machinery, 2018, [6] s. ISBN 978-1-4503-6628-1. V databáze: WOS: 000455371000060 ; SCOPUS: 2-s2.0-85059935072.

Ohlasy:

1. MALDONADO SA. Human upper limbs movements imitation in a humanoid robot using a natural user. In Proceedings of the 2019 International Conference in Computer Science. October 16 - 18 2019. Ibarra, Ecuador

2. HEINDL C - STUBL G - PONITZ T - PICHLER A - SCHARINGER J. Visual large-scale industrial interaction processing. In Adjunct Proceedings of the 2019 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers 2019 Sep 9, London, United Kingdom, s. 280-283.

3. 岡本偉次 福元伸也 鹿嶋雅之 渡邊陸 曖昧な指示を理解するコミュニケーションロボットに関する研究 In ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2020 2020 (pp. 1P2-E11). 一般社団法人 日本機械学会

4. 岡本偉次 福元伸也 鹿嶋雅之 渡邊陸 曖昧な指示を理解するコミュニケーションロボットに関する研究 In ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集 2020 2020 (pp. 1P2-E11). 一般社団法人 日本機械学会

5. ACURIO MS - ROBAYO JD - ACURIO MD - PROANO PA - CARDENAS SA. Human

upper limbs movements imitation in a humanoid robot using a natural user interface. In RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, Ecuador, No. E22, 08/2019, s. 108-119.

AFC06 TÖLGYESSY, Michal - DEKAN, Martin - HUBINSKÝ, Peter. Interactive screen for educational purposes in robotics. In ISMCR 2019 : IEEE International Symposium on Measurement and Control in Robotics. Houston, USA. September 19-21, 2019. Danvers : IEEE, 2019, Art. no. D1-4-1 [4] s. ISBN 978-1-7281-4899-1. V databáze: IEEE: 8955712 ; WOS: 000533907200028 ; DOI: 10.1109/ISMCR47492.2019.8955712.

Ohlasy:

1. SURYAKAILASH, R. – RATHINAKUMAR, P. – ATCHAYA, S. – SRIPRIYADHARSHINI, L. Intelligent Car. In Journal of Physics: Conference Series 2021 Feb 1 (Vol. 1804, No. 1, p. 012157). IOP Publishing.

2. SHARMA NK, GAUTAM DK, KHAN MR. Computer Vision based use of Robotics for Teaching. In 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA) 2020 Nov 5 (pp. 90-93). IEEE.

AFC07 SLOVÁK, Juraj – KURČOVÁ, Petra – VACHÁLEK, Ján – FIŤKA, Ivan. Navigation of the mobile robots using the RTLS technology implemented in the ROS. In. Cybernetics & Informatics (K&I), 2020, Velké Karlovice, Czech Republic, January 29 - February 1, 2020 s. 1-5, doi: 10.1109/KI48306.2020.9039877. ISBN 978-1-7281-4381-1. V databáze IEEE: 9039877, SCOPUS

AFC08 VACHÁLEK, Ján – ŠIŠMIŠOVÁ, Dana – SLOVÁK, Juraj – MELICHER, Markus – FIŤKA, Ivan. On-line Identification of Mechatronic system model with HREFACM algorithm. In. Proceedings of the 7th International Conference on Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems, Sromowce Niżne, Poland, September 11 – 13, 2019. ISBN 978-80-553-3368-7

AFC09 TAKÁCS, Gergely – VRÍČAN, Martin – MIKULÁŠ, Erik – GULAN, Martin: An early hardware prototype of a miniature low-cost flexible link experiment. In Proceedings of the 27th International Congress on Sound and Vibration, July 12-16, 2021, Prague, Czech Republic. s. 1-8, ISBN: TBD.

AFC10 TAKÁCS, Gergely – CHMURČIAK, Peter – GULAN, Martin – MIKULÁŠ, Erik et al.: FloatShield: An Open Source Air Levitation Device for Control Engineering Education. In. 21st IFAC World Congress, 2020. Online. IFAC PapersOnLine 53-2 (2020) 17288–17295

AFC11 TAKÁCS, Gergely – BOLDOCKÝ, Erik – KONKOLY, Tibor – GULAN, Martin. MotoShield: Open Miniaturized DC Motor Hardware Prototype for Control Education. In Proceedings of the 2021 Frontiers in Education Conference, October 13-16, 2021, Lincoln, USA. s. 1-10, ISBN: TBD.

AFC12 VACHÁLEK, Ján – ŠIŠMIŠOVÁ, Dana - FIŤKA, Ivan - ŠIMOVEC, Matej. Long-term On-line Identification of Time-varying Systems. In Proceedings of the 22nd International Carpathian Control Conference (ICCC), 2021, s. 1-7. V databáze IEEE: 9454625. DOI: 10.1109/ICCC51557.2021.9454625.

Všetky menované publikácie v PDF formáte možno nájsť na adrese:

<http://www.avir.sk/private/publikacie.zip>

Štatistika: kategória publikačnej činnosti

|     |   |    |
|-----|---|----|
| AAB | Vedecké monografie vydané v domácich vydavateľstvách  | 1  |
| ADC | Vedecké práce v zahraničných karentovaných časopisoch (4x Q1-SJR aj JCR a 1x Q1 - SJR resp. Q2 - JCR) | 5  |
| ADE | Vedecké práce v ostatných zahraničných časopisoch   | 2  |
| ADF | Vedecké práce v ostatných domácich časopisoch   | 3  |
| ADM | Vedecké práce v zahraničných časopisoch registrovaných v databázach Web of Science alebo SCOPUS       | 1  |
| AFC | Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách   | 12 |

Súčet 24

Správa k dizertačnej skúške Ing. Marek Čorňák: Rozhranie pre ovládanie robota gestami operátora. Obhajoba bude začiatkom ZS 2021/2022, dizertant bude pokračovať v riešení danej problematiky s tým, že plánované predloženie dizertačnej práce je koncom LS 2022/2023.

Obhájené bakalárske práce (ďalšie boli vypísané a prihlásili sa na ne študenti s riešením nasledujúci akademický rok)

Béla Cservenka: Ovládanie robota gestami pomocou senzora Leap Motion, 2021

Andrej Ďurina: Interakcia s pracovným priestorom robota pomocou senzora Leap Motion, 2021

Branislav Kutaš, Ovládanie digitálneho systému gestami pomocou senzora Leap Motion, 2021

Obhájené diplomové práce (ďalšie boli vypísané a prihlásili sa na ne študenti s riešením nasledujúci akademický rok)

Marek Čorňák: Interakcia človek-robot pomocou gest, 2020

Matej Hroboň: Interakcia človek-robot pomocou gest, 2021

Dominik Kováčik: Detekcia objektov v pracovnom priestore robota, 2021

Nikola Zarembová: Identifikácia operátora robotického pracoviska na základe detekcie tváre, 2021

Virtuálny Deň otvorených dverí na FEI STU 2020

<https://youtu.be/gQjcnvx-eGU?t=1863>

Prezentácia na Facebook stránke Ústavu robotiky a kybernetiky FEI STU

<https://youtu.be/mKZeDY04eCY>

Reportáž - Hlavné správy RTVS 21.06.2021

<https://www.rtvs.sk/televizia/archiv/13982/276663#2198>

Živá prezentácia projektovaného pracoviska pred účastníkmi medzinárodnej robotickej súťaže ISTROBOT 2021 dňa 24.6.2021. Niektoré vybrané fotografie tu:

<http://www.avir.sk/private/istrobot.zip>

Na našom pracovisku kvôli situácii s pandémiou COVID-19 v zmysle Príkazu rektora č.1/2020-PR vládli od marca 2020 do mája 2021 (v čase, keď projekt priniesol prvé prezentovateľné výsledky) prísne opatrenia zamedzujúce prístup študentov a ďalších osôb do budovy resp. aj samotní zamestnanci a doktorandi mali prístup len na písomné povolenie a mohol pracovať vždy len 1 pracovník v danom laboratóriu. To popri spomalení finalizačných prác zamedzilo možnosti širšej popularizácie výsledkov projektu. To ale plánujeme počas uvoľnenia opatrení po letných prázdninách čoskoro napraviť - usporiada sa jednak verejne prístupný odborný seminár, kde sa zhrnú výsledky projektu, vzhľadom na dobré kontakty na vybrané médiá plánujeme aj ďalšiu publicitu či už v súkromných televíziách alebo odborných časopisoch. Vzhľadom na dobré vzťahy s viacerými subjektami z priemyselnej praxe samozrejme plánujeme aj predvádzanie funkcionalít vybudovaného pracoviska záujemcom z priemyselného sektora, kde môžeme získať spätnú väzbu pre ďalšie vylepšenia. Popularizačné a vzdelávacie aktivity plánujeme realizovať aj po linke občianskych združení Národné centrum robotiky a tiež Robotika.sk.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Poznatky a výsledky výskumu získané v rámci tohto projektu sú využiteľné pri konštrukcii robotizovaných pracovísk pre manipuláciu s predmetmi na laboratórnom stole, pričom nie sú obmedzené ani druhom manipulovaných predmetov ani typom použitého manipulátora. Je ich možné implementovať do komerčných riešení podobných pracovísk s uplatnením nielen v laboratóriu pre manipuláciu so sklenenými či plastovými skúmavkami a miskami, ale aj pri montáži v elektrotechnickom priemysle, pri realizácii vybraných úloh pri príprave potravín, v medicíne a pod. Ak predpokladáme, že manipulátor aj manipulované predmety budú od operátora bezpečne oddelené (hermeticky pod skleneným krytom), je možné realizovať aj prácu s nebezpečnými vzorkami (v zmysle radiačného, chemického alebo biologického ohrozenia operátora).

Z hľadiska uplatnenia v praxi je možné očakávať prenos vyvinutých riešení do komerčných robotizovaných pracovísk umožňujúcim po príslušnom zácviaku aj obsluhovanie operátormi, ktorí nie sú vzdelaní v oblasti programovania a prevádzky robotických zariadení.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)**

Vybudovanie pracoviska s kolaboratívnym robotickým ramenom a sadou 3D optických snímačov pre sledovanie gest operátora resp. aj rečovú komunikáciu s ním.

Pracovisko bude slúžiť na viacero účelov - na realizáciu bakalárskych, diplomových a dizertačných prác, bude začlenený do pedagogického procesu v rámci pripravovaného predmetu HMI v robotike. Budú sa na ňom realizovať aj ďalšie výskumné, pedagogické a rôzne popularizačné aktivity medzi laickou ale najmä odbornou verejnosťou s cieľom získať partnerov pre ďalší vývoj resp. implementáciu do praxe.

Vývoj a implementácia algoritmov pod operačným systémom ROS umožňujúcich realizáciu ovládania pohybov robota gestami operátora s vizuálnou a rečovou spätnou väzbou pre spresnenie a následné potvrdenie prijatia príkazu zo strany robota. Platforma ROS umožňuje aplikáciu vytvorených softvérových riešení aj na iných manipulátoroch resp. s použitím iných snímačov. Získané výsledky sú tak v značnej miere univerzálne a nie sú viazané na konkrétne pracovisko, ktoré bolo v rámci projektu vybudované.

Analýza presnosti a opakovateľnosti navrhovaného spôsobu snímania gest operátora a ich interpretácie.

Pripravuje sa prihláška úžitkového vzoru ohľadom ovládania kolaboratívneho robota gestami operátora s vizuálnom resp. rečovou spätnou väzbou pre jeho spresnenie

Výstup projektu mal priamy dopad na prípravu projektu MARLENE, ktorý bol podaný vo výzve H2020-ICT-2018-20, a získal 12 bodov z 15 ale žiaľ nebol financovaný. Myšlienka projektu MARLENE sa však obnovila a bude sa podávať znova pod názvom MAGNOLIA. Výsledky projektu a ich úspešné overenie v laboratóriu majú dopad aj na smerovanie projektu DIROZ, ktorý bude v roku 2022 realizovaný so spoločnosťou VUEZ a.s. vo výzve OPVal pod Ministerstvom hospodárstva. Práve riadenie robotov gestami je kľúčová inovácia, ktorá zaujala aj odborníkov z praxe.

### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)**

It was built a workplace with a collaborative robot and 3D optical sensors for monitoring the operator's gestures and speech communication with him.

The workplace will serve multiple purposes - to implement bachelor, diploma, and dissertation, and it will incorporate into the pedagogical process within the context of HMI in robotics. Other research, pedagogical and popularization activities will also be implemented, particularly between the professional public, to obtain partners for further development and/or implementation to practice.

There were developed and implemented the algorithms under the ROS operating system allowing the realization of the operation of the robot movement gestures operator with visual and speech feedback for clarification and subsequent confirmation of the adoption of a robot. ROS platform allows to apply software solutions to other manipulators or using different sensors. Thus, the results obtained are versatile, and they are not bound to a particular workplace that has been built within the project.

It was analyzed the accuracy and repeatability of the proposed method of shooting the gesture operator and their interpretations.

It is prepared an application of the utility model in respect of the control of the collaborative robot by operator gestures with visual or speech feedback for its refinement.

The output of the project had a direct impact on the preparation of the MARLENE project, which was submitted within the call H2020-ICT-2018-20, and received 12 points out of 15, but unfortunately it was not funded. However, the idea of project MARLENE has been renewed and it will be presented again under the name MAGNOLIA.

The results of the project and their successful verification in the laboratory also have an impact on the direction of the DIROZ project, which will be implemented in 2022 with the company VUEZ a.s. in the OPVal call under the Slovak Ministry of Economy. Controlling robots with gestures is a key innovation that has also attracted experts from practice.