

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0731****Multimodálna interakcia človek-robot s využitím cloudových prostriedkov**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Peter Sinčák, CSc.**Príjemca **Technická univerzita v Košiciach - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická Univerzita v Košiciach - Fakulta Elektrotechniky a Informatiky
Slovenská Technická Univerzita v Bratislave - Fakulta Informatiky a Informačných technológií

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Advanced Telecommunication Research ART, Japonsko
Osaka University, Osaka, Japonsko
Chukyo Univerzity, Nagoya, Japonsko
Kyutech Institute of Technology, Fukuoka, Japonsko
University of Science and Technology, Hefei, Čínska ľudová republika
Beijing Institute of Technology, Peking, Čínska ľudová republika
České Centrum pre Informatiku, Robotiku a Umelú Inteligenciu, Praha, Česká republika
Univerzity of Miskolc, Miskolc, Maďarsko
Mississippi State University, Mississippi, USA
Scuola Superiore Sant Anna, Pisa, Taliansko

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

žiadne

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

Vybrané publikácie v časopisoch :

Všetky publikácie nájdete na webovom sídle <https://apvvproject.webnode.com/results/>
ADC001 CAVALLO, Filippo - SEMERARO, Francesco - FIORINI, Laura - MAGYAR, Gergely - SINČÁK, Peter - DARIO, Paolo: Emotion modelling for social robotics applications: a review / - 2018. In: Journal of Bionic Engineering. Vol. 15, no. 2 (2018), p. 185-203. - ISSN 1672-6529 Spôsob prístupu:
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs42235-018-0015-y>.ADC002 SABOL, Patrik - SINČÁK, Peter - MAGYAR, Ján - HARTONO, Pitoyo: Semantically Explainable Fuzzy Classifier / - 2019. In: International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. - Singapore (Singapur) : World Scientific Publishing Roč. 33, č. 12 (2019), s. 1-21 [print, online]. - ISSN 0218-0014 Spôsob prístupu:
<https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0218001420510064>.

ADC003 SABOL, Patrik - SINČÁK, Peter - HARTONO, Pitoyo - KOČAN, Pavel - BENETINOVÁ, Zuzana - BLICHÁROVÁ, Alžbeta - VERBÓOVÁ, Ľudmila - ŠTAMMOVÁ, Erika - SABOLOVÁ FABIANOVÁ, Antónia - JAŠKOVÁ, Anna: Explainable classifier for improving the accountability in decision-making for colorectal cancer diagnosis from histopathological images / - 2020. In: Journal of biomedical informatics. - San Diego (USA) : Elsevier Roč. 109 (2020), s. [1-10] [print, online]. - ISSN 1532-0464

[ADC]ONDÁŠ, Stanislav - KIKTOVÁ, Eva - PLEVA, Matúš - ORAVCOVÁ, Mária - HUDÁK, Lukáš - JUHÁR, Jozef - ZIMMERMANN, Július: Pediatric Speech Audiometry Web Application for Hearing Detection in the Home Environment / In: Electronics. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 9, č. 6 (2020), s. 1-15 [online]. - ISSN 2079-9292 (online), IF = 2.412

[ADC]HLÁDEK, Daniel - STAŠ, Ján - PLEVA, Matúš: Survey of Automatic Spelling Correction / In: Electronics. - Basel (Švajčiarsko) : Multidisciplinary Digital Publishing Institute Roč. 9, č. 10 (2020), s. [1-29] [online]. - ISSN 2079-9292 (online), IF = 2.412

ADE001 HAWBANI, Ammar - TORBOSH, Esa - WANG, Xingfu - SINČÁK, Peter - ZHAO, Liang - AL-DUBAI, Ahmed Y.: Fuzzy based Distributed Protocol for Vehicle to Vehicle Communication / - 2019. In: IEEE Transactions on Fuzzy Systems : a publication of the IEEE Neural Networks Council. - Piscataway (USA) : Institute of Electrical and Electronics Engineers Roč. 27, č. 12 (2019), s. [1-15] [print, online]. - ISSN 1063-6706 Spôsob prístupu: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8920135>. IF = 9.6

Vybrané publikácie na popredných svetových konferenciách :

AFC003 MANZI, Alessandro - FIORINI, Laura - LIMOSANI, Raffaele - SINČÁK, Peter - DARIO, Paolo - CAVALLO, Filippo: Use Case Evaluation of a Cloud Robotics Teleoperation System / - 2016. In: CloudNet 2016, Italy - Danvers : IEEE, 2016 P. 208-211. - ISBN 978-1-5090-5093-2

AFC004 MAGYAR, Gergely - VIRČÍKOVÁ, Mária - SINČÁK, Peter: Interactive Q-learning for social robots that learn from the Wizard: A pilot study / - 2016. In: IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Budapest - Danvers : IEEE, 2016 P. 3683-3687. - ISBN 978-1-5090-1897-0

AFC005 CÁDRIK, Tomáš - TAKÁČ, Peter - ONDO, Jaroslav - SINČÁK, Peter - MACH, Marián - JAKAB, František - CAVALLO, Filippo - BONACCORSI, Manuele: Cloud-based robots and intelligent space teleoperation tools / - 2017. In: Advances in Intelligent Systems and Computing volume 447 : South Korea, Springer, 2017 P. 599-610. - ISBN 978-331931291-0 - ISSN 2194-5357

AFC006 SABOL, Patrik - SINČÁK, Peter - BUŠA, Ján - HARTONO, Pitoyo: Cumulative fuzzy class membership criterion decision-based classifier / - 2017. In: IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Canada SMC 2017. - Danvers : IEEE, 2017 P. 334-339. - ISBN 978-1-5386-1644-4

AFD007 MAGYAR, Ján - MAGYAR, Gergely - SINČÁK, Peter: A cloud-based voting system for emotion recognition in human-computer interaction / - 2018. In: DISA 2018 : IEEE World Symposium on Digital Intelligence for Systems and Machines : proceedings. - Denver (USA) : Institute of Electrical and Electronics Engineers s. 109-114 [online]. - ISBN 978-1-5386-5101-8

AFC007 RASAMOELINA, Andrinandrasana David - ADJAILIA, Fouzia - SINČÁK, Peter: Deep Convolutional Neural Network for Robust Facial Emotion Recognition / - 2019. In: INISTA 2019 : International Symposium on INnovations in Intelligent Systems and Applications. - Institute of Electrical and Electronics Engineers s. 1-7 [online]. - ISBN 978-1-7281-1861-1 Spôsob prístupu: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8778282>.

AFC008 SABOL, Patrik - SINČÁK, Peter - OGAWA, Kana - HARTONO, Pitoyo: Explainable Classifier Supporting Decision-making for Breast Cancer Diagnosis from Histopathological Images / - 2019. In: International Joint Conference on Neural Networks. - Danvers (USA) : Institute of Electrical and Electronics Engineers s. 1-8 [print]. - ISBN 978-1-7281-2009-6]

AFD008 BELANOVÁ, Dorota - MACH, Marián - SINČÁK, Peter - YOSHIDA, Kaori: Path planning on robot based on D* lite algorithm / - 2018. In: DISA 2018 : IEEE World Symposium on Digital Intelligence for Systems and Machines : proceedings. - Denver (USA)

: Institute of Electrical and Electronics Engineers s. 125-129 [online]. - ISBN 978-1-5386-5101-8

AFC009 BELANOVÁ, Dorota - MACH, Marián - SINČÁK, Peter - YOSHIDA, Kaori: The Concept of Intelligent Space with a Robot / - 2019. In: The 5th International Symposium on Affective Science and Engineering. - f Kansei (Japonsko) : Japan Society of Kansei Engineering s. 1-4 [online]. - ISBN 978-4-9905104-6-6 - ISSN 2433-5428 Spôsob prístupu: https://www.jstage.jst.go.jp/article/isase/ISASE2019/0/ISASE2019_1_24/_article.

]

AFC010 MAGYAR, Ján - KOBAYASHI, Masahiko - NISHIO, Shuichi - SINČÁK, Peter - ISHIGURO, Hiroshi: Autonomous Robotic Dialogue System with Reinforcement Learning for Elderlies with Dementia / - 2019. In: IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. - New York (USA) : Institute of Electrical and Electronics Engineers s. 3416-3421 [online]. - ISBN 9781728145693 - ISSN 1062922X Spôsob prístupu: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8914248>.

FAI001 KIM, Jong-Hwan - KARRAY, Fakhri - JO, Jun - SINČÁK, Peter - MYUNG, Hyun: Robot Intelligence Technology and Applications 4 results from the 4th international conference/ - 1. - Cham : Springer Nature - 2017. - 610 s. [print, online]. - ISBN 978-3-319-31291-0. Spôsob prístupu: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-31293-4.pdf>.

[AFC]Lin, Y.-Ch., Liao, Y.-F., Pleva, M., Hládek, D. (2019) A preliminary study on deep learning-based short answer question answering system. In: Proc. of the 31st Conference on Computational Linguistics and Speech Processing, ROCLING 2019, Taipei, Taiwan, ISBN 978-986-95769-2-5, pp. 112-121 <http://www.aclclp.org.tw/rocling/2019/O19-1013.pdf>

[AFC]Lin, Y.-Ch., Liao, Y.-F., Pleva, M., Hládek, D. (2019) A preliminary study on deep learning-based short answer question answering system. In: Proc. of the 31st Conference on Computational Linguistics and Speech Processing, ROCLING 2019, Taipei, Taiwan, ISBN 978-986-95769-2-5, pp. 112-121 <http://www.aclclp.org.tw/rocling/2019/O19-1013.pdf>

Vybrané pozvané prednášky na Svetových konferenciách na spolupracujúcich partnerov na projekte (prof. Peter Sinčák)

1. Plenary talk in SCIS&ISIS2016 in Sapporo, Japonsko
2. Plenary talk International Forum for Service Robotics Industry – Nanjing, China – (2017)
3. Plenary talk na IWACIII 2019, Chendu, China – 2019

Pozvané prednášky na univerzitách v zahraničí :

1. Osaka Prefectural University (<https://www.cs.osakafu-u.ac.jp/ci/>) – (2017)
2. University of Science and Technology, Hefei, China, prof. Xiaoping Chen – (2017)
3. Beijing Institute of Technology, Beijing, China – prof. Hirota, Prof. Dai – (2017)
4. University of Science and Technology, Hefei, China, Prof. XingFu Wang - (2019)

Prednáška na Slovenskej technologickej konferencii – Slovakia Tech

<https://www.youtube.com/watch?v=V-jGJH5gQzg>

Prednáška na ITAPA 2017

https://www.youtube.com/watch?v=WsB_eVcz6H8

Všetky výskupy je možné nájsť na webovom sídle <https://apvvproject.webnode.com/results/> kde je viac ako

90 vedeckých výstupov, ktoré podporil tento projekt ako projekt základného výskumu.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu základného výskumu sú aplikovateľné v pri tvorbe programových systémov medzi človekom a robotom resp. počítačov v praxi.

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

Riešený projekt "Multimodálna interakcia človek-robot s využitím cloudových prostriedkov" bol financovaný od júla 2017 do decembra 2020. Hlavným cieľom projektu bol základný výskum vybraných aspektov umelej inteligencie v interakcii človek robot včítane problémov počítačových sietí a konektivity.

Riešený projekt podporoval a ovplyvnil niekoľko bakalárskych prác, Diplomových prác ako aj dizertačných prác v oblasti informatiky. Výsledky projektu boli publikované vo viac ako 90 vedeckých publikácií počas riešenia projektu. Medzinárodná spolupráca riešiteľov projektu s vedeckými výskumnými laboratóriami po svete bola počas projektu hlavne s Japonskom,

Čínskou ľudovou republikou, Taliansko a USA ako bolo plánované v projektovom návrhu. Počas riešenia projektu bola na TU Košice zorganizovaná vedecká konferencia s pozvanými plenárnymi prednáškami z celého sveta. Riešitelia projektu boli taktiež pozvaní na pozvané prednášky na svetové konferencie resp. partnerské univerzity počas riešenia projektu.

Riešený projekt sa riadil svojim pracovným plánom rozdelenými do 4 tematických oblastí. Každý rok sa vypracovala správa o plnení projektu ako aj sa prispôboval projekt nových technologickým trendom v oblasti umelej inteligencie.

Všetky vedecké výsledky môžeme nájsť vo vedeckých publikáciách

(<https://apvvproject.webnode.com/results/>) a z nich môžeme vybrať nasledovné prínosy :

1. Nový prístup v oblasti distribuovaného Q učenia pre interakciu človek Robot vyvinutý a publikovaný
2. Nový prístup pre spracovanie obrazu využívajúci tzv. Vysvetľujúcu umelú inteligenciu a vyvinutá metóda Cumulative Fuzzy class Membership Criterion (CFCMC) využiteľná pri interakcii človek – robot /počítač.
3. Prínos myšlienky deiktickej reprezentácie v metóde reinforcement učenia a testovania v prostredí interakcie človek robot /počítač.
4. Prínos integrácie 2D a 3D obrazov z tváre pre kvalitnejší odhad emócie človeka pri interakcii človek – Robot/počítač
5. Dôležitosť počítačových sietí bola testovaná včítane merania QoS a latencie medzi človekom a robotom. Výsledky boli publikované v Japonskom časopise.
6. Multimodalita bola výrazne študovaná a skúmaná včítane analýzy reči, hlasu a textu v kontexte interakcie človek – robot / počítač. Výsledky boli dosiahnuté aj spoluprácou s pracoviskami v USA a Taiwane.

Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že ciele projektu boli splnené a pridelené finančné prostriedky boli efektívne využité na podporu zvýšenia vedeckej úrovne riešiteľov projektu a vedecký výskum..

Udržateľnosť projektu a výskumu bola zabezpečená inováciou výpočtových prostriedkov z financií projektu hlavne pre oblasť umelej inteligencie. Príspevok k vedeckému poznaniu je evidentný vo vedeckých výstupoch ako aj pozvánkach riešiteľov na pozvané prednášky svetových konferencií ako aj popredných univerzitných pracovísk v Japonsku a Číne.

Medzinárodná vedecká spolupráca s USA, Čínou, Japonsko a Talianskom bude pokračovať v budúcnosti v oblasti umelej inteligencie. Webové sídlo projektu je <https://apvvproject.webnode.com/>

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

The project „Cloud Based Human Robot interaction“ was supported from July 2017 until December 2020. The major goal of this project was basic research in selected aspects of Artificial Intelligence in Human robot Interaction including selected IT issues. The project supported number of Bc, MSc and PhD students in the domain of Informatics. Results of the project have been published in more than 90 scientific publication during the project period. The International collaboration of participation universities with leading research units worldwide has been accomplished mainly in Japan, China, Italy and USA. During a period, a World level conference has been organized in 2018 with number of excellent international speakers. Project team also has been Invited for plenary talks and invited lectures worldwide for conferences and Universities.

Project was working in 4 working packages according the planed workflow. Yearly report has been kept adapting the new trends in this AI domain up to date and contributive. All scientific results can be found in the publication and can be selected as follows:

1. The novel approach for distributive Q learning for Human Robot Interaction was developed and published
2. The novel method in Image processing using a problem of Explainable Pattern Recognition was proposed in the form of Cumulative Fuzzy class Membership Criterion (CFCMC) which was publish on SMC worldwide conferences (Canada and Budapest) and on scientific Journals. These principles can be used in Human Robot interaction mainly in Social robotics.
3. The idea of Deictic representation in Reinform cent Learning has been tested and used in

Human Robot/Computer Interaction

4. Integration of 2D and 3D Face images were tested to increase an accuracy of Human Face Emotion Assessment during Interaction

5. Importance of Computer networks has been tested and QoS was studied for application between latency between Robot and Cloud. Testing results were published in Japanese scientific journal.

6. Multimodality was heavily studied including Voice and Speech recognition and text processing for Human Robot Interactions. Results including collaboration with USA and Taiwan China were published in scientific papers supported by this project.

Generally, we state that goals of the project were accomplished and provided funding was used effectively to support scientific level of project participants and contribution of basic science and technology. Sustainability of the project results and research was supported by computer upgrade of the existing infrastructure mainly for artificial Intelligence research.

Contribution in scientific level is evident in publications and invited plenary talks and lectures in Japan and China. Scientific collaboration with USA, China and Japan will be continuing in the future in the domain of artificial Intelligence. Web page of the project is

<https://apvvproject.webnode.com/> .